



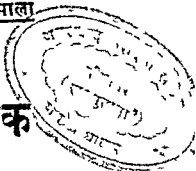
४२ (१८)  
विज्ञान-ग्रन्थमाला

सख्या ४

देशके

पीठे

चुम्बक



लेखक  
पं० सालिग्राम भार्गव, एम. एस.सी.

सम्पादक

गोपालस्वरूप भार्गव, एम. एस.सी.

प्रकाशक

विज्ञान-परिपट्ट प्रयाग

प्रथमवार ]

१९७४

[ मूल्य १० ]

## विषय सूची

१—भूमिका	१
२—चुम्बक के गुण	३
३— चुम्बक बनानेकी रीतियां	१५
४—चुम्बककी प्रबलताकी जांच	३३
५—चुम्बकमें चुम्बकत्व कहाँ रहता है ?	४२
६—आकर्षण और निराकरणके नियम	५३
७—शक्ति	७१
८—त्रिकोण मितिकी निपपत्तियां	८३
९—चुम्बकीय हटाव तथा दिक् सूचक	८६
१०—चुम्बकीय झुकाव और झुकाव सूचक	९५
११—पृथ्वीका चुम्बकत्व	९९
१२—चुम्बकीय नाप तौल	११०
१३—परिशिष्ट	
(१) शक्ति के अवयव	१२६
(२) विपरीत धर्ग का नियम	१३०

## भूमिका

विज्ञान ग्रन्थमालाकी यह चौथी पुस्तक है। उसमें चुम्बक और तत्सम्बन्धी विषयका प्रतिपादन विद्वान् लेखकने अत्यन्त सरल और सुबोध भाषामें किया है। यह पुस्तक इस बातका प्रत्यक्ष प्रमाण है कि हिन्दी भाषामें गूढ़से गूढ़ वैज्ञानिक विषय सुगमतासे लिखे जा सकते हैं। भारतीय विश्वविद्यालयोंकी एफ० ए० परिक्षाओंमें चुम्बक विषयके जितने ज्ञानकी आवश्यकता होती है वह इस पुस्तकके पढ़नेसे हो सकता है। कई अर्थोंमें यह पुस्तक अपने फौट्रिकी अंग्रेजी भाषाकी पुस्तकोंसे उत्तम है। लेखकने इस पुस्तकके लिखनेमें बड़ा परिश्रम किया है। इसकी सामग्री एकत्रित करते समय उन्होंने इङ्गलैण्डके प्रसिद्ध वैज्ञानिक पत्रोंमें आविष्कारोंके लेखोंको पढ़ा है और उसमें अनेक एसी बातों और प्रयोगोंका समावेश किया है जो अंग्रेजी भाषाकी साधारण पाठ्य पुस्तकोंमें प्रायः नहीं पाये जाते।

पुस्तक इस ढंगसे लिखी गयी है कि विज्ञानसे अनभिज्ञ पाठक भी आसानीसे विषयको समझ स-

कते ह । त्रिकोणमिति श्रोर गतिविद्याके आवश्यक श्रारम्भिक सिद्धान्त, जिनके जाने विना प्रतिपादित विषयका समझना असम्भव है, सक्षित परन्तु पूर्ण रीतिसे अलग अध्यायोंमें दे दिये गये हैं, जिससे इन विषयोंसे अनभिज्ञ पाठक भी सुगमतासे पुस्तकको पढ सकें श्रौर लाभ उठा सकें । विषयको समझानेकेलिए अनेक प्रयोग दिये गये हैं, जिनको पाठक यदि चाहें तो अल्प परिश्रम श्रौर थोडे खर्चसे स्वयं भी कर सकते हैं । इसीलिए पुस्तकमें ६२ चित्र दिये गये हैं जिनसे प्रयोगोंकेलिए सामग्री तैयार करनेमें बडी सहायता मिलेगी ।

पुस्तक रोचक हो इसलिए पुस्तकके लिखनेमें यथासम्भव बहुत कम गणितसे काम लिया गया है, परन्तु जो लोग विषयको पूर्ण रीतिसे अध्ययन करना चाहते हैं या कालेजके विद्यार्थी हैं उनके लिए गणितका अश पुस्तकके अतमें परिशिष्टमें दे दिया गया है । आशा है कि यह हर कोटिके पाठकोंका मनोरञ्जन करेगी ।

गोपालस्वरूप भार्गव

# चुम्बक

## १-भूमिका

**प**ृथ्वीपर सैकड़ों जगह और भारत-वर्षमें कहीं कहीं, विपेशत गवालियर राज्यमें, एक प्रकार-का काला पत्थर मिलता है जिसमें यह शक्ति होती है कि लोहेकी चीजोंको अपनी और खींच लेता है, जो जाकर उससे चिपट जाती है। चिपटी हुई चीजोंको छुड़ानेसे यह स्पष्टतया ज्ञात हो जाता है कि लोहेकी चीज उस काले पत्थरकी और गिंची जा रही है। इस काले पत्थरको जिसमें लोहेकी वस्तुओंको अपनी और खींचनेकी शक्ति है लोहचुगा अथवा चुम्बक कहते हैं।

इस समय में यह नहीं बतला सकता कि भारतमें पहले पहल चुम्बक किसने और कहां पाया, पर ऐसी बातें बतलायी जा सकती हैं कि जिनसे पाठक कुछ अनुमान कर सकते हैं। गुजरातमें प्राचीन कालका बना हुआ एक मन्दिर था जिसमें ठाकुरकी प्रतिमा हवामें लटकती हुई थी। जब मन्दिरपर आघात हुआ और मन्दिर तोड़ने

श्रौर मूर्ति खडित करनेकी इच्छासे चार कोनोंमेंसे एक कोना गिराया गया तो मूर्ति भी पृथिवीपर गिर पडी। इससे केवल इतना ही नहीं प्रतीत होता है कि जिस समय मन्दिर बना उस समय चुम्बक मिलता था किन्तु यह भी प्रतीत होता है कि बनाने वाले यह भी जानते थे कि चारों श्रौर चुम्बक किस प्रकार लगावें कि लोहेकी वस्तु हवामें लटकी रहे। उस समयके भारतवासियोका चुम्बक-सम्बन्धी ज्ञान बडी उन्नत कोटिका था, श्रौर यदि इस शास्त्रमें बराबर उन्नति होती चली आती तो वर्तमान समयमें न मालूम वह कितनी उन्नत दशामें होता।

परन्तु किसी कारणसे इस विषयमें अधिक गवेषणाएँ नहीं हुईं। भारतवासियोको केवल इतना ही मालुम रहा कि चुम्बक लोहेको अपनी श्रौर खेंच लेता है। कभी कभी कोई बालक अपनी चतुराई दिखानेकेलिए एक सुई थालीमें रख श्रौर एक छोटासा चुम्बक उगलियोंके बीचमें छिपा थालीके नीचे इधर उधर चलाते हैं, जिससे सुई भी थालीमें इधर उधर चलने लगती है। यह खेल दिखलाकर बालक कहते हैं कि उनकी उगलीमें अद्भुत शक्ति है जिसके कारण सुई उनकी उगलीके साथ साथ चलती है। इससे यह स्पष्ट है कि

देशकी प्रचलित बातोंको बच्चे शीघ्र ही जान जाते हैं जिससे उनकी शिक्षामें बड़ा सुभीता होता है।

चीनका इतिहास देखनेसे ज्ञात होता है कि ५००० वर्ष पूर्व भी वहाके मुसाफिर एक स्थानसे दूसरे स्थानको जानेकेलिए दिशाका पता इसी चुम्बकसे लगाया करते थे। यह हम आगे बतावेगे कि इससे दिशाका पता कैसे चलता है। यूरोपवाले आजकल भी जहाजोंपर इससे ही दिशाका पता चलाते हैं। हिन्दू जो बड़े ज्योतिषी थे दिशाका पता तारासे लगा लेते होंगे। यूरोपके इतिहासमें चुम्बकका उल्लेख ११ वीं शताब्दीमें मिलता है। इसके पश्चात् वहाके लोग उसके गुणोंकी खोजमें लग गये और उससे असीम लाभ उठाया।

## २-चुम्बकके गुण

किसी कागजके टुकड़ेपर एक चुम्बक रख दो और लोहेका घुरादा अथवा लोहेके बारीक तारके छोटे छोटे टुकड़े उसपर घुरक दो। चुम्बकको हाथमें उठा लो और उसे उलट दो जिससे कि उसका वह तल जिसपर आपने लोहेका घुरादा डाला था



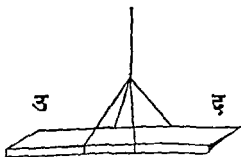
चित्र न० १



नीचे अथवा पृथ्वीकी ओर हो जाय। बुरादा चुम्बकके बीचके भागसे गिर जायगा और इतना भाग छोड़ शेष चुम्बकपर दोनों छोरोंतक लगा रहेगा। बुरादा अधिकाश सिरोंपर ही चपटा रहेगा जिससे यह प्रतीत होता है कि सबसे अधिक आकर्षण शक्ति सिरोंपर है, इसीलिए इन को चुम्बकीय शक्तिका केन्द्र अथवा केन्द्र कहते हैं।

एक तागेके सिरेपर इस प्रकारके दो फुँदे बनाओ कि उनमें रखा हुआ चुम्बक सीधा लटका रहे जैसा चित्र न० २ में दिखाया गया है। थोड़ी

देरतक चुम्बक इधर उधर घूमता रहेगा फिर इस प्रकार ठहरेगा कि उसका एक सिरा उत्तरकी ओर और



दूसरा दक्षिण

चित्र न० २

की ओर होगा। जो सिरा उत्तरकी ओर हो उसपर लाल स्याही, पेन्सिल अथवा रेतीसे एक चिन्ह बनादो जिससे यह पहचान लिया जाय कि कौनसा सिरा उत्तरकी ओर रहता है। इस प्रकार

प्रकार चिपट जायगे जैसे चुम्बकसे चिपटते हैं। बीचमें बिलकुल नहीं होगा, सिरोंपर अधिक चिपट जायेंगे और चुम्बकके हटानेसे पृथ्वीपर गिर जायगे। यदि चुम्बक और लोहेके टुकड़ोको पृथ्वीपर ही रखते तो यह बात न दिखाई देती। छड़के पास चुम्बक लानेसे लोहेके टुकड़े उससे फिर चिपट सकेते हैं किन्तु चुम्बक हटानेसे वे फिर गिर जायगे।

यह मुलायम लोहेका टुकड़ा उस अस्थिर चित्तवाले मनुष्यकी तरह है जो जयतरु सतसगमें रहता है अच्छे फाम करनेको उद्यत रहता है परन्तु जैसे ही सतसगसे हटा कि सद्विचारोंको भी त्याग देता है। परन्तु कडा लोहा और फौलाद इस मुलायम लोहेकी तरह नहीं है। चुम्बक हटालेनेपर भी इनके टुकड़ोमें कुछ चुम्बकत्व रह जाता है। वास्तवमें मुलायम लोहेमें भी कुछ न कुछ चुम्बकत्व बच ही रहता है, पर यह बहुत ही कम होता है। लोहे और फौलादमें केवल दरजेका ही अन्तर है।

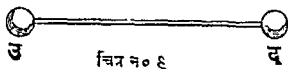
यदि लोहेकी छड़के पास चुम्बकका उत्तरी सिरा हो तो इसके उस सिरके पास जो चुम्बकसे दूर है एक दिक्-सूचक लानेसे मालूम

सिरेके पास लाओ तो देखोगे कि लटके हुए चुम्बकका उत्तरी सिरा उससे दूर हटने लगता है। यदि दक्षिणी सिरा लाया जाय तो लटके हुए चुम्बकका उत्तरी सिरा उसकी ओर खिंचेगा। इसी प्रकार लटके हुए चुम्बकके दक्षिणी सिरेके पास दूसरे चुम्बकका दक्षिणी सिरा लानेसे वह हटेगा, और उत्तरी सिरा लानेसे वह खिंचेगा। इन प्रयोगोंसे यह मालूम हो गया कि समान (सजातीय) सिरे एक दूसरेको हटाते हैं और असमान (विपम जातीय) सिरे एक दूसरेको खींचते हैं। यदि किसी लोहेको जांचना हो कि चुम्बक है या नहीं तो उसको किसी दिरूसूचकके पास लाकर देखना चाहिये कि वह उसके किसी सिरेको हटाता है कि नहीं। हटाना (निराकरण) ही चुम्बककी पहिचान समझना चाहिये क्योंकि चुम्बक लोहेकी ओर भी खिंच आता है।

चुम्बकका एक और गुण यह है कि जो लोहेका टुकड़ा उसके पास रखा जाता है वह भी चुम्बक बन जाता है। चुम्बकको एक लकड़ीके टुकड़ेपर रखिये, और उसके पास एक मुलायम लोहेकी छड़ उतनी ही ऊँचाईपर रखिये। लोहेके छोटे छोटे टुकड़े इस छड़के पास लानेसे उसी

जो पहले दक्षिणी था वह दक्षिणी ही रहा पर उत्तरी केन्द्रवाले टुकड़ेका दूसरा सिरा दक्षिणी और दक्षिणी केन्द्रवालेका दूसरा सिरा उत्तरी हो गया। लोहेका बुरादा डालनेसे मालूम होगा कि प्रत्येक टुकड़ेके सिरेपर बुरादा लग गया है और मध्य भाग खाली है। चुम्बकके दो टुकड़े करनेसे उसके जैसे दो चुम्बक पैदा हो जाते हैं, इसी प्रकार तोड़ तोड़कर चुम्बकके कितने ही टुकड़े क्यों न कर लें प्रत्येक भाग चुम्बक ही मिलेगा। इससे यह समझा जाता है कि चुम्बकका प्रत्येक अणु चुम्बक है। लोहेके प्रत्येक अणु को भी चुम्बक ही समझना चाहिये क्योंकि केवल चुम्बक फेरनेसे लोहा चुम्बक हो जाता है। उसके स्वभावमें इतना बड़ा परिवर्तन अवश्य हो जाता है किन्तु टुकड़ेको चुम्बक बनानेके पहले और पीछे अच्छेसे अच्छे काटेमें भी तोलनेसे उसके बोझमें कोई अन्तर नहीं मिलता है। रासायनिक विधियोंसे इस लोहेके टुकड़ेकी जाँच करनेपर मालूम होगा कि चुम्बक बननेके बाद भी वह ऐसा ही लोहा है जैसा पहले था। इसलिए मानना पडता है कि लोहेका प्रत्येक अणु वास्तवमें चुम्बक ही होता है। जिन रीतियोंसे साधारण चुम्बक बनाते हैं,

४ वनेटी की शकलका चुम्बक । ( चित्र ६ )



५ घोड़ेकी नालकी तरह मुडा हुआ अथवा नाल-चुम्बक । ( चित्र १० )

अब आप किसी प्रकारका चुम्बक लेकर मौजे बुननेकी सुई अथवा दूटी घड़ीकी कमानीके टुकड़ेको चुम्बक बनालें या बना बनाया पतला चुम्बक जिसको तोड़ सकें ले ले । इसके बीचमें कोई



चित्र न० १०

शक्तिका केन्द्र नहीं है । अब यदि चुम्बकको दोनों हाथोंमें ऐसे थामें कि दहने हाथमें उत्तरी और बाएँमें दक्षिणी केन्द्र हो और बीचमेंसे तोड़ें तो आप यह समझेंगे कि केवल उत्तरी केन्द्र दहने हाथमें और दक्षिणी केन्द्र बाएँ

हाथमें रह जायगा । परन्तु प्रत्येक टुकड़ेके सिरोंको दिक्सूचकके पास ले जानेसे ज्ञात होगा कि हर एक टुकड़ेमें उत्तरी और दक्षिणी सिरे हैं । जो सिरा पहले उत्तरी था वह उत्तरी ही रहा और

जो पहले दक्षिणी था वह दक्षिणी ही रहा पर उत्तरी केन्द्रवाले टुकड़ेका दूसरा सिरा दक्षिणी और दक्षिणी केन्द्रवालेका दूसरा सिरा उत्तरी हो गया। लोहेका बुरादा डालनेसे मालूम होगा कि प्रत्येक टुकड़ेके सिरेपर बुरादा लग गया है और मध्य भाग खाली है। चुम्बकके दो टुकड़े करनेसे उसके जैसे दो चुम्बक पैदा हो जाते हैं, इसी प्रकार तोड़ तोड़कर चुम्बकके कितने ही टुकड़े क्यों न कर लें प्रत्येक भाग चुम्बक ही मिलेगा। इससे यह समझा जाता है कि चुम्बकका प्रत्येक अणु चुम्बक है। लोहेके प्रत्येक अणुको भी चुम्बक ही समझना चाहिये क्योंकि केवल चुम्बक फेरनेसे लोहा चुम्बक हो जाता है। उसके स्वभावमें इतना बड़ा परिवर्तन अवश्य हो जाता है किन्तु टुकड़ेको चुम्बक बनानेके पहले और पीछे अच्छेसे अच्छे काटेमें भी तोलनेसे उसके रोझमें कोई अन्तर नहीं मिलता है। रासायनिक विधियोसे इस लोहेके टुकड़ेकी जाँच करनेपर मालूम होगा कि चुम्बक बननेके बाद भी वह ऐसा ही लोहा है जैसा पहले था। इसलिये मानना पडता है कि लोहेका प्रत्येक अणु वास्तवमें चुम्बक ही होता है। जिन रीतियोसे साधारण लोहेको चुम्बक बनाते हैं,

उनका प्रभाव केवल लोहेके अणुओंको एक विशेष क्रमसे लगा देना है। यह सिद्धान्त नीचे दी हुई परीक्षा करनेसे शीघ्र समझमें आ जायगा। एक लोहेका चौखटा बनाओ जिसके चारों वाजू बराबर हों और अलग अलग हो सकें। चारोंको चुम्बक बना लो फिर चारोंको इस प्रकार जोड़ो कि एकका उत्तरी और दूसरेका दक्षिणी सिरा मिला रहे जैसा चित्रमें दिखाया गया है। इस चौखटेके चारों

दुम्बके चुम्बक है पर इस प्रकारका चौखटा साधारण परीक्षाओंसे चुम्बक न मालूम होगा \*। इससे यह सिद्ध हुआ कि साधारण अवस्थामें लोहेके अणु-चुम्बक इस प्रकारसे जुड़े रहते हैं कि मालूम न हो किन्तु चुम्बक इन अणुओंको इस प्रकार फेर देता है कि उसमें चुम्बकत्व दीख जाता है। जब चुम्बकत्व आ जाना केवल अणुओंकी रचनाका बदलना ही है तो एक अवस्था ऐसी भी आ सकती है जिसमें रचनाका पूरा परिवर्तन हो

---

\* यदि बहुतेसे चुम्बक लेकर इस प्रकार जोड़े जाय कि उनका एक चक्र बन जाय तो चुम्बकत्व बिलकुल मालूम न होगा, सम्भव है कि केवल चार चुम्बक ही लेने से कुछ चुम्बकत्व मालूम हो।

जाये और उसके पश्चात् और अधिक चुम्बकत्व लोहेमें न लाया जा सके। जब लोहा इस अवस्था-को पहुँच जाय तो उन्की अवस्थाको परिपूर्ण अवस्था कहते हैं।

### ३—चुम्बक बनानेकी रीतियां

पहले अध्यायमें हम यह बतला चुके हैं कि यदि कोई फौलादका टुकड़ा किसी चुम्बकके पास रखा दिया जाय, तो वह चुम्बक बन जाता है। पर इस रीतिसे उसके चुम्बक बननेमें घड़ी देर लगती है और वह बलवान चुम्बक नहीं बनता। अतएव चुम्बक बनानेकी अन्य रीतियोपर विचार करना आवश्यक है।

पहिली रीति—जिस लोहेके टुकड़ेको चुम्बक बनाना हो, उसे जमीनपर या मेजपर रखो और उसका एक सिरा बाए हाथके अंगूठेसे दबाओ। अब दाएँ हाथमें किसी चुम्बकको पकड़कर उसका एक छोर लोहेपर अंगूठेके पास रखो, तदनन्तर उसे खींचकर लोहेके दूसरे छोरतक ले जाओ। फिर चुम्बकको पहिलेकी भाँति लोहेपर रखकर दूसरे छोरतक खींचो। दस बारह बार



चुम्बकको इसी भांति लोहेपर फेरो, पर यह ध्यान रहे कि चुम्बकका वही छोर हर बार अगूठे के पाससे लोहेके दूसरे छोरतक खींचा जाता है।

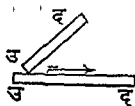
अब लोहेको उलट दो।

पहलेवाला छोर ही

अगूठेसे दयाओ और

चुम्बकका पहलेवाला छोर

ही पहलेकी भांति लोहेपर फेरो। [ देखो चित्र ११ ]

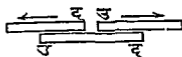


चित्र न० ११

इस रीतिमें लोहेके टुकड़ेके प्रत्येक भागपर चुम्बक एक बार फेरा गया है, इसलिए इस रीति-को एक स्पर्शकी रीति कहते हैं। यह रीति फोला-दके छोटे छोटे तारोंकेलिए, जैसे सीनेकी सुइया, बहुत अच्छी है। परन्तु जो प्रत्येक बार चुम्बक एक ही प्रकार न फेरा जावे तो कभी कभी सिरोंके अतिरिक्त चुम्बकीय केन्द्र बीचमें भी उत्पन्न हो जाते हैं।

दूसरी रीति—यह रीति स० १७४५ में निकाली गई थी। इस रीतिसे चुम्बक बनाना हो तो दोनों हाथोंमें एक एक चुम्बक लेकर उनके विपम जातीय सिर (केन्द्र) लोहेके टुकड़ेके (जिसे चुम्बक बनाना है) बीचमें रखो और तदनन्तर प्रत्येक

चुम्बकको लोहेसे स्पर्श कराते हुए, लोहेके उस सिरेतक ले जाओ, जो उसके निकटवर्ती हो। जब चुम्बक लोहेके दोनों छोरोंतक पहुच जाय, तो फिर उन्हे लोहेके मध्यमें पहलेकी भांति लाकर रखो। तदनन्तर पहलेकी भांति र्खाचकर लोहेके दोनों छोरोंतक ले जाओ और फिर लोहेके मध्यमें लाकर रखो। इस प्रकार दस बारह बार फेरनेसे लोहेका टुकडा चुम्बक बन जायगा। [देखो चित्र १२]



चित्र न० १२

इस रीतिसे लोहेके बड़े बड़े टुकडे भी अच्छे चुम्बक बनाये जा सकते थे, अतएव इस रीतिमें उन्नति करनेकी चेष्टा की गई। जो परिवर्तन इस रीतिमें किया गया, वह नीचे दिया जाता है।

दो चुम्बक लो और उनको इस प्रकार एक रेखामें रखो कि उनके विपम जातीय सिरे आमने सामने हो। इन दोनों सिरोंपर वह लोहेकी छड रखो जिसे चुम्बक बनाना है। अत्र दो और चुम्बक लेकर, उनको दोनों हाथोंमें पकड, और उनके विपम जातीय सिरे मिलाकर, लोहेके टुकडेके बीचमें

रखो, पर यह ध्यान रहे कि इनके विपम जातीय सिरे उसी क्रमसे रखे जायं जैसे नीचेवाले चुम्बकोंके रखे हैं, अर्थात् यदि दाईं तरफ रखे हुए नीचेवाले चुम्बकका छोर उत्तरी हो तो दाएँ हाथमें थामे हुए चुम्बकका भी उत्तरी हो (यहां पर चुम्बकोंके उन्हीं छोरोंका विचार है, जो लोहेसे स्पर्श करते हैं)। चुम्बकोंके रखनेकी विधि चित्र १३ से स्पष्टतया समझमें आ जायगी।



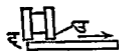
चित्र न० १३

ऊपरके चुम्बकोका झुकाव दो या तीन अंशके करीब होना चाहिए। यद्यपि झुकाव न्यूनाधिक हो तो भी लोहा चुम्बक अवश्य बन जायगा, पर प्रयोगोंसे सिद्ध हुआ है कि दो या तीन डिग्रीका ही झुकाव रखनेसे चुम्बक अच्छा बनता है।

बड़े और चौड़े टुकड़ोंकेलिए यह रीति बहुत अच्छी है परन्तु उनकी मोटाई  $\frac{1}{2}$  इंचसे अधिक न हो। जितना कड़ा फैलाव होता है उतना ही प्रबल

चुम्बक होता है। इस रीतिमें एक भागपर एक चुम्बक फेरा जाता है और दूसरे भागपर दूसरा इसलिए इस रीतिको पृथक् स्पर्शवाली रीति कहते हैं। इस रीतिसे बीच बीचमें केन्द्र (गौण केन्द्र) बन जानेका कोई भय नहीं है। इसी कारण दिक्सूचकके चुम्बक इस रीतिसे बनाये जाते हैं।

तीसरी रीति—यह सब तरहके छोटे घड़े चौड़े और मोटे टुकड़ोंकेलिए उपयुक्त है। दो चुम्बकोंके विषम जातीय सिरोंके बीचमें लकड़ी या कागके चौथाई इंच मोटे दो टुकड़ या इतनी ही मोटी एक लकड़ीकी पट्टी देकर बाध लो जैसा चित्र १४ में दिखाया गया है। इस जुष्टको लोहेके टुकड़ेपर रखकर एक सिरसे दूसरे सिरतक ले जाओ, फिर दूसरे सिरसे लौटालकर पहले सिरपर ले आओ। इसी प्रकार दस या बारह दफे फेरो। लोहेका टुकड़ा चुम्बक बन जायगा, पर बहुत ही अच्छा चुम्बक बनानेकेलिए इस रीतिमें यह परिवर्तन करना पड़ेगा—लोहेको दूसरी रीतिकी नाई दो। चुम्बकोपर रखकर जुष्टको लोहेके बीचमें रखो, बीचसे किसी एक सिरतक



चित्र न० १४

ले जाओ, वहांसे दूसरे सिरेतक लौटाले जाओ, फिर दूसरे सिरिसे बीचतक लाओ और बीचमें पहुचनेपर जुट सीधा ऊपर उठा लो। थोड़ी देर बाद फिर बीचमें रखकर, बीचसे एक सिरेतक एक सिरिसे दूसरे सिरेतक और दूसरे सिरिसे बीचतक फेरो। प्रत्येक बार उठाने और रखनेके बदले बीचसे एक सिरेतक इससे दूसरेतक और दूसरेसे फिर पहलेतक--इस प्रकार दस या बारह बार एक सिरिसे दूसरे सिरेतक ले जाकर, दूसरे सिरिसे बीचमें लाकर सीधा ऊपर उठा लो। इस प्रकार यह जुट प्रत्येक भागपर उतनी ही बार फेरा जावेगा। दो चुंबकोंके जुटके बदले नालचुंबकसे भी काम लिया जा सकता है। [बहुत ही प्रबल चुंबक बनानेकेलिए लोहेके टुकडेको दो चुंबकों पर रखनेके बदले विद्युच्चुम्बकके सिरोंपर रख दो और नालचुंबक लेकर उसपर उसी प्रकार फेरो जैसा ऊपर बतलाया गया है]। इस रीतिसे बहुतसे टुकडे बराबर रखकर एक ही बार चुम्बक बनाये जा

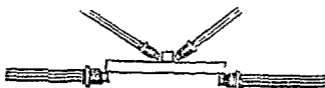


चित्र न० १५

चित्र १५—इसमें चार लोहेके टुकडे एक सीधमें रख कर चुम्बक बनाये गये हैं।

सकते हैं जेसा चित्र १५ में दिखाया गया है। बीच-वाले छुड प्रबल चुम्बक बनते हैं और किनारे-वाले दुर्बल होते हैं। इसलिये आपसमें एक दूसरेकी जगह बदलकर बीचवालोंको किनारेपर और किनारेवालोंको बीचमें बदलकर रखनेसे सब परिपूर्ण चुम्बक बन सकते हैं। क्योंकि बीचके भागमें सिरोके भागसे अधिक चुम्बकत्व होता है इस रीतिसे ऐसे चुम्बक नहीं बनाये जाते हैं जिनके प्रत्येक भागमें समान चुम्बकत्व होना चाहिये जैसे दिक्सूचकोंके चुम्बक। उन सब लोहेके टुकडेको, जिन्हें चुम्बक बनाना हो, एक सीधी लकीरमें न रखकर चौखटकी शकलमें रख सकते हैं। एक कोनेसे नालचुम्बक फेरना आरम्भ किया जावे और दस बारह चक्कर उस चौखटके चारों ओर लगाकर आरम्भमें जिस स्थानपर था, वहा लाकर उठा लिया जावे। यदि नालचुम्बक अच्छा हो तो इस रीतिसे बहुत अच्छे चुम्बक बनते हैं। चुम्बकोंको अलग करते समय उनके जोड़ोंपर एक लोहेका टुकडा दोनों चुम्बकोंपर रखकर अलग किया जावे। अलग करते समय बहुत सा चुम्बकत्व जाता रहता है, परन्तु इस उपायसे बहुत कमी नहीं होती।

कुलम्ब बड़े वैज्ञानिक हो गये हैं। उनके काम-से आगे चलकर हमको अधिक परिचय होता जायगा। उन्होंने भी अपने प्रयोगोंकेलिए चुम्बक बनानेमें कुछ परिवर्तन सहित इसी रीतिका अवलम्बन किया। उनके चुम्बक इस प्रकारसे बड़े नहीं थे जैसे ऊपर परन्तु कुछ टेढ़े रखे गये



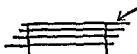
चित्र न० १६

थे जैसे चित्र १६में दिखालाये गये हैं। एक लकड़ीके टुकड़ेको इन दो चुम्बकोंसे दबाकर बीचसे सिरैतक और सिरैसे दूसरे सिरैतक इत्यादि दस बारह बार फेरकर बीचसे उठा लेते थे। छड़ोंको दूमरी रीतिकी नाई दो चुम्बकोंपर रखते थे। चित्रमें यह भी दिखालाया गया है कि वे एक चुम्बककी जगह चुम्बकोंके जुट्टसे काम लिया करते थे। यह जुट्ट इस प्रकार बनाये जाते थे जैसा कि चित्र १७ व १८ में दिखाया गया है। इनके सिरोंपर लोहेके टुकड़े लगा दिये जाते हैं और ऊपर नीचेके दोनों चुम्बकोंके बीचमें एक ऐसा चुम्बक रखा जाता है जो दोनोंसे

लम्बा हो। मोटे चुम्बक नहीं लिये जाते हैं। दो चुम्बकोंके साधारण जुष्टकी प्रबलता उनकी प्रबलताओंके जोड़के बराबर नहीं होती इसलिए ही यह युक्ति निकाली गई। इन सब चुम्बकोंके उत्तरी सिरे एक श्रार रहते थे और एक लोहेका टुकड़ा उनके सिरोंपर पेचोंसे फस दिया जाता था। चुम्बकोंका जुष्ट एक दूसरी रीतिसे भी बनाया जा सकता है। एक समान चुम्बकोंको सीढियों



चित्र न० १७



चित्र न० १८

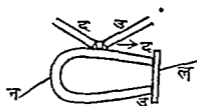
[चित्र १७ में १२ चुम्बकोंका एक जुष्ट दिखाया है। चार चार चुम्बकोंकी तीन तह है। उपरसे देखनेमें जुष्ट ऐसा दिखाई देगा जैसा चित्र १७ के ऊपरके भागमें दिखाया है। बराबरसे देखनेपर, नीचे दिये हुए चित्रक समान दिखाई देगा। बीचके चारों चुम्बक उपर और नीचेकी तहोंके चुम्बकोंसे अधिक लम्बे हैं।]

की तरह जोड़ देते ह जैसा चित्र १८ में दिखाया गया है। एक को छोड़कर एकका सिरा थोड़ा सा आगे निकाल दिया जाता है। ऐसा समझा जाता है कि इस जुष्टमें एक सिरके दूसरेपर



कम प्रभाव पड़ता है। एक उत्तरी सिरा दूसरेके उत्तरी सिरामें दक्षिणी सिरा उत्पन्न करता है जिससे उस सिराकी प्रबलता कम हो जाती है।

नालचुम्बक भी इन्हीं रीतियोंमें थोड़ा सा परिवर्तन करनेसे बनाया जा सकता है। उस लोहेकी नालको जिसे चुम्बक बनाना चाहते हो किसी जगह रखो। (अच्छे चुम्बक बनाने के लिए १०॥ इंच लम्बी, १॥ इंच चौड़ी और  $\frac{1}{8}$  इंच मोटी छड़ लो और उसे इस प्रकार मोड़ो कि ६॥ इंच लम्बी नाल बन जाय। दोनों बाजुओंमें १॥ इंचका अन्तर हो)। अब (१) दोनों सिरोंपर एक लोहेका टुकड़ा रख दो (देखो चित्र १६) या (२) इस नालके एक सिराके



चित्र न० १६

न--नाल ल--लोहेका टुकड़ा

सामने एक चुम्बकका उत्तरी सिरा और दूसरे सिराके सामने दूसरे चुम्बकका दक्षिणी सिरा

# चुम्बक बनानेकी रीतियाँ

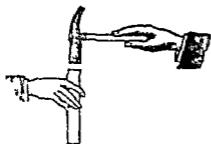
२७

रेको उत्तरी बनाना चाहे उसके  
परा हो और दूसरेके  
चुम्बक हाथमें लेकर  
उत्तरी ) खिरा

फिर

चित्र

इन तीनों रीतियोंमें चुम्बक बनानेकेलिए एक, दो अथवा अधिक चुम्बकोंकी आवश्यकता पडती है किन्तु बिना चुम्बकके भी चुम्बक बन सकता है। सडी या उस दिशामें रखकर जो आगे बताया जावेगी इस छडके ऊपरी सिरेपर हथोड़ेसे दस बारह बार चोट लगाओ। यदि इस छडके नीचे लोहेका टुकडा रख लिया जावे तो और भी अच्छा हो। उन देशोंमें जो भूमध्यरेखाके उत्तरमें हैं नीचेका सिरा उत्तरी और ऊपर का सिरा दक्षिणी हो जायगा किन्तु उन देशोंमें जो भूमध्यरेखाके दक्षिणमें हैं नीचेका सिरा दक्षिणी और ऊपरका उत्तरी होगा। इससे यह फल निकाल सकते हैं कि पृथ्वी स्वयं ही चुम्बक है और इस पार्थिव चुम्बकका दक्षिणी सिरा उत्तर-



चित्र न० २२

नीचे छड और ऊपर हतौडा है।

में और उत्तरी सिरा दक्षिणमें है। (देखो चित्र २२)

ऊपर दी हुई रीतियां वही मनुष्य काममें लायेगा कि जिसके पास विजली उत्पन्न करनेका उपाय

न हो अथवा जो विजलीके गुणोंसे अपरिचित हो। विजलीकी धारासे चुम्बक बनानेकी रीति सबसे सरल और निर्दोष है।

रई या रेशमसे ढके हुए ताबेके मोटे तारोंकी एक छोटी सर्पिल बनाओ और प्रबल विद्युद्-धारा उसमें बहाओ (चित्र २३)। इस सर्पिलमेंसे



चित्र न० २३

एक ही बार धीरे धीरे निकालनेसे लोहेकी छड़ परिपूर्ण चुम्बक बन जायगी दो या तीन बार निकालनेसे तो अवश्य ही। इस रीतिमें सर्पिल खड़ा रखना पड़ेगा किंतु बड़े सर्पिलोंको लिटा देते हैं और छड़ोंको उनके अन्दर रख देते हैं। यदि सर्पिल खड़ा हो और इसके प्रत्येक चक्करमें धाराका प्रवाह बाएसे दाहिनी ओर होता हो तो छड़का नीचेका सिरा उत्तरी और ऊपरका सिरा दक्षिणी होगा।

यदि विजलीसे नालचुम्बक बनाना हो तो रई या रेशम लिपटा ताबेका तार इस नालपर लपेट देंगे और इस तारमें विद्युद्धार बहावेंगे। यह

कि इसका दक्षिणी सिरा उत्तरकी ओर हो तो पृथ्वी उसे उत्तरी सिरा बना देनेका यत्न करती रहेगी जिसके कारण चुम्बकका चुम्बकत्व घटता जावेगा। इसलिए दो दंड चुम्बक एक बन्समें इस तरह रखते हैं कि एकका उत्तरी और दूसरेका दक्षिणी सिरा एक ओर हो और दोनों ओर दो लोहेके टुकड़े उनके विपरीत सिरोंको जोड़ते हुए रख देते हैं जैसा कि चित्र २६ में दिखलाया गया है।

नालचुम्बकके सिरोंको भी एक लोहेके टुकड़ेसे जोड़ देते हैं। चुम्बकको पृथ्वीपर या और किसी चीजपर गिराना नहीं चाहिये न उसको कभी हतोडे या और किसी चीजसे ठोकना चाहिये। और कभी बहुत गरम भी नहीं करना चाहिये। यदि १००° श तक गरम किया जावे तो ठंडा होनेपर फिर अपनी पहली अवस्थापर आ जावेगा किंतु इससे अधिक गरम करनेसे चुम्बकत्व सदाकेलिए कम हो जाता है। यदि किसी चुम्बकका चुम्बकत्व दूर करना हो तो उसको ( चुम्बकीय ) पूर्व पश्चिम



चित्र न० २६

ल—लोहेका टुकड़ा।

दिशामें रखकर तपाकर लाल कर लो और फिर उसी दिशामें रखकर उसे ठंडा कर लो, चुम्बकत्व बिलकुल फूच कर जायगा।

#### ४-चुम्बककी प्रवलताकी जांच

चुम्बक बनानेकी रीतियोंमें यह बतलाया गया है कि एक रीतिसे दूसरीकी अपेक्षा अधिक बलवान चुम्बक बनते हैं, किंतु इस बातकी जांच करनेकी कोई विधि नहीं बताई गयी। बिना जांचके यह कह देना उचित नहीं है कि एक रीति दूसरी रीतिसे अच्छी है। प्रवलताकी जांच तीन रीतियोंसे हो सकती है। यहा केवल उनका वर्णन किया जायगा और आगे चलकर यह बतलाया जायगा कि इन रीतियोंसे प्रवलता क्योकर जांची जा सकती है।

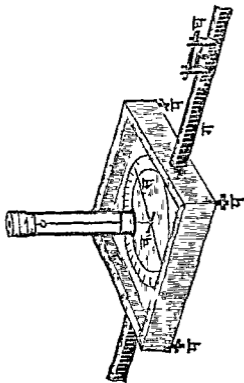
पहिली रीति-एक लकड़ीका ऐसा चौकोर बक्स लो जिसमें कमसे कम एक तरफ शीशा लगा हो और जिसका ढक्कना शीशका हो। इस ढक्कनेके बीचमें एक छेद होना चाहिए। इसके पेंदेमें एक ऐसा कागज बिपका लो कि जिसमें डिग्रिया बनी हों। ढक्कनेके छेदमें एक पीतल, तांबे या शीशेकी एक नली लगा लो। इस नलीके ऊपरके सिरेपर एक

तक पहुँच सकता है। इस (सूचक) से चुम्बककी जगह मालूम करनेमें बड़ी आसानी होती है। टोपी को घुमाते जाओ, जबतक कि चुम्बक अपनी पहली जगहसे ५ या १० डिगरी हट जाय और टोपीके चक्करोंको भी लिख लो। टोपीपर निशान होनेके कारण  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , चक्कर भी मालूम हो जायगा।

तागेकी पेंठन निकाल डालो और रकावमें दूसरे चुम्बकको रखो और इसको भी ५ या १० डिगरी हटानेकेलिए जितने चक्कर टोपीको देने पड़ें उनको लिख लो। यदि पहिलेकी बराबर चक्कर देने पड़ें तो दोनों चुम्बक एक समान बलवान हैं। यदि दूसरेकेलिए पहिलेकी अपेक्षा दुगने चक्करोंकी आवश्यकता हो तो दूसरा चुम्बक करीब करीब दुगना बलवान है। इसी तरह चक्करोंकी दूसरी सरयाको पहली सरयासे भाग देनेसे दूसरे चुम्बककी प्रबलता पहिलेकी अपेक्षा करीब करीब मालूम हो जायगी।

दूसरी रीति-बक्सके अन्दर रकावमें एक चुम्बक रखो और उन दोनों चुम्बकोंमेंसे जिनकी प्रबलताकी तुलना करना हो एक चुम्बकको इस बक्ससे थोड़ी सी दूरीपर रकाववाले चुम्बकके

पूर्व या पश्चिम उतनी ही ऊँचाईपर इस प्रकारसे रखो कि रकाववाले चुम्बकके अक्षके साथ इस चुम्बकका अक्ष समकोण बनावे, जैसा चित्र २७ में दिखलाया गया है । वास्तवमें आसानीके लिए लकड़ी या पीतलका गज इस बक्समें इस प्रकारसे जड देते हैं कि बक्सके अन्दर तो गज नहीं रहता



चित्र न० २८  
ग-गज, घ-घोड़ी, स-सूचक,

किंतु उसके दोनों तरफ बाहर निकला रहता है और



इसी गजपर एक घोड़ीसी होती है जिसपर चुम्बक रख दिया जाता है। इस यंत्रको चुम्बकत्व मापक कहते हैं। चुम्बकके पास होनेसे वक्सके भीतरका चुम्बक घूम जायगा और किसी दूसरी स्थितिमें ठहरेगा। बाहरका चुम्बक इतनी दूरीपर रखना चाहिए कि भीतरवाले चुम्बककी दोनों स्थितियोंमें पाच या दस डिग्रीसे अधिक कोण न हो।

इस कोणको देखकर लिय लो। यह कोण इस चुम्बक द्वारा विचलन ( Deflection ) हुआ। अब घोड़ीपरका चुम्बक हटाओ, देखोगे कि अब लटका हुआ चुम्बक फिर उसी जगह आकर ठहरता है, जहां पहिले घोड़ीवाले चुम्बककी अनुपस्थितिमें ठहरा था। दूसरे चुम्बकको घोड़ीपर रखकर उसके द्वारा जो लटके हुए चुम्बकका विचलन हो देख लो। यदि दोनों विचलन बराबर हैं तो दोनोंकी प्रबलता बराबर है और यदि बराबर न हों तो दूसरे विचलनको पहिले विचलनसे भाग देनेसे दूसरे चुम्बककी प्रबलता पहिलेकी अपेक्षा मालूम हो जायगी।

तीसरी रीति—ऊपरकी दोनों रीतियां कठिन हैं। उनमें बहुत सी सामग्री इकट्ठी करनी पडती है, परंतु उनसे चुम्बकोंकी प्रबलताकी तुलना करना सुगम

है। इम तीसरी रीतिमें सामग्री विशेषकी आवश्यकता नहीं होती, परन्तु दो चुम्बकोंकी प्रबलताकी तुलना करना कठिन है। इसकी सरलताके कारण हम प्रतला देना ही उचित समझते हैं।

एक बक्समें चुम्बक लटका लीजिए या एक मामूली घेतल (चित्र ३६) लेकर उसका पैदा अलग कर लीजिये, तदनन्तर उसके मुंहपर एक छुड रखिये, जिसमें डोरा घान्धर चुम्बक घेतलके अन्दर लटकाया जा सके। डोरेके निचले छोरपर कागजकी एक रकाव बनाकर लटका दीजिये और उस रकावमें चुम्बक रख दीजिये। इसको कम्पन बक्स कहते हैं।

ऊपरके प्रयोगोंके रकावमें रखे हुए चुम्बकके पूर्व या पश्चिममें चुम्बक या लोहेका टुकडा लाने और हटानेसे चुम्बक क्षितिज धरातलमें इस तरह हिलने लगेगा जैसे कि किसी घड़ीका पहिया (wheel) क्षितिज धरातलमें या घटेका लटकन ऊर्ध्व तलमें ठहरनेके स्थानके दाईं और बाईं ओर हिलते

नोट—यदि विचलन १० या १२ डिग्रीसे अधिक हों तो एक कोणकी स्पर्श रेखाको (tangent) दूसरे कोणके (tangent) स्पर्श रेखासे भाग देना पड़ेगा।

रहते हैं। जिस प्रकार घटेके लटकनेके प्रत्येक भोटेमें (अर्थात् दाएँसे बाएँको या बाएँसे फिर दाएँको जानेमें) सदैव एक बराबर ही समय लगता है, उसी भाँति किसी चुम्बकके प्रत्येक भोटेमें भी उतना ही समय लगेगा। चुम्बकके १०, २० या और भी अधिक भोटेमें जो समय लगे उसे निकालकर भोटेकी संख्यासे भाग देकर एक भोटेका समय निकाल लो। इसी प्रकार दूसरे चुम्बकके भी एक भोटेका समय निकाल कर पहले चुम्बकके समयके वर्गको दूसरे चुम्बकके समयके वर्गसे भाग देनेसे दूसरे चुम्बककी प्रचलता पहले की अपेक्षा मालूम हो जायगी।

उदाहरण—यदि पहले चुम्बकके २० भोटेमें १ मिनट लगे, तो उसके एक भोटेका समय ३ सेकंड हुआ और यदि दूसरे चुम्बकके २० भोटेको ४० सेकंड लगे तो इसके एक भोटेका समय २ सेकंड

हुआ। 
$$\frac{\text{दूसरे चुम्बककी प्रचलता}}{\text{पहले चुम्बककी प्रचलता}} = \frac{३^२}{२^२} = \frac{९}{४}$$

अर्थात् दूसरा चुम्बक पहलेसे  $२\frac{१}{४}$  गुना चलवान है।

इस बातका ध्यान रहना चाहिये कि जिन

चुम्बकोंकी जांच की जा रही है, वह एकसे लम्बे चौड़े और मोटे हैं।

नीचे हम एक सूची देते हैं जिसमें कई रीतियोंसे बनाये हुए चुम्बकोंके भोटोंका

किस रीतिसे चुम्बक बनाया गया	एक भोटेका समय सेकंडों में	आपेक्षिक प्रवलता
१-दूसरी रीतिसे, २० बार स्थिर चुम्बक एक पृष्ठपर फेरे गये	२० १३	१
२-दूसरी रीतिसे, चुम्बक चारों पृष्ठपर फेरे गये	१४ ८७	$\frac{(२२ १३)^२}{(१४ ८७)^२} = २.२२१$
३-तीसरी रीतिसे दो चुम्बक लेकर	११ १३	३ ६५
४-तीसरी रीतिसे, नालचुम्बक लेकर	१० १६	४ ७१
५-तीसरी रीतिसे विद्युत् चुम्बके सिरोंपर रखकर नालचुम्बक फेरनेसे	८	७ ५२

समय निकाला गया है और उस समयसे उनकी प्रबलताकी तुलना की गई है।

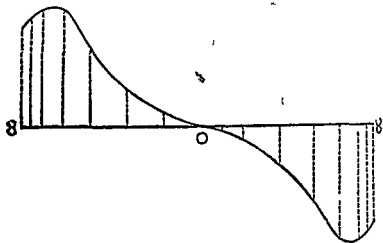
इससे स्पष्ट है कि जो रीति २०वें पृष्ठपर चतलायी गयी है उसीसे बहुत प्रबल चुम्बक बनते हैं।

### ५-चुम्बकमें चुम्बकत्व कहां रहता है

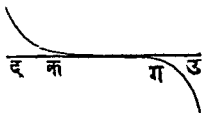
अब यह प्रश्न उठता है कि चुम्बकमें चुम्बकत्व कहां रहता है और शक्तिका केन्द्र कहा होता है। लोहेका बुरादा धुरककर कुछ ठीक ठीक पता चलना कठिन है। जो रीति नीचे दी जाती है उससे पूरा पूरा पता चल जायगा। एक मुलायम लोहेकी नोकीली कील या छुड लो। इसको तराजूके उस कुन्देसे जिसमें पलडा लटकाया जाता है एक तागेके टुकडेसे बांध दो। दूसरे पलडेमें बांट रखते जाओ जबतक कि तराजूकी डडी सीधी न हो जाय। तराजू बहुत अच्छी होनी चाहिये जिससे हलकी चीजें बहुत शुद्धतासे तोली जा सकें जैसी प्रयोगशालाओंमें काममें आती हैं। इस लोहेकी कीलके नीचे एक लकड़ीकी तिपाई इस प्रकार रखो कि पलडेसे न

लम्बाईकेलिए १ इन्च रखा हे जैसे नकशोंमें सौ सौ मीलकेलिए आधा आधा चौथाई चौथाई इन्च रखते हैं। परिमाण इससे भिन्न भी माना जा सकता हे। १, ४, ८ इन्च लम्बी लकीर भी ली जा सकती थी। बड़ा चित्र बनानेकेलिए बड़ा परिमाण और छोटा चित्र बनानेकेलिए छोटा परिमाण लेते ह। इस चुम्बकके सिरेसे  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ , २ इच इत्यादिकी दूरीवाली जगहके ऊपर कील रखनेसे जो उसके बोझमें अधिकता आ गई थी, वह मालूम कर ली गयी है। इस अधिकताका भी एक परिमाण मानकर हर जगह एक एक लम्ब खडा कर लो। एक हिस्सेमें लम्ब ऊपरकी ओर हो और दूसरेमें नीचेकी ओर, क्योंकि एक ओर उत्तरी चुम्बकत्व है और दूसरी ओर दक्षिणी। यदि इन लम्बोके सिरोंको जोडती हुई एक रेखा खींची जावे तो वह ऐसी होगी जैसी कि चित्र २६ में बनी हे। इसको चुम्बकके चुम्बकत्वका वक्र कहेंगे। यह वक्र हर

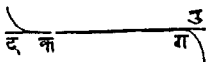
कीलके बदले एक लोहेकी गोली लेते हैं और प्रत्येक-भागमें छुया देते हैं और जो बोझ मालूम करते ह।



चित्र न० ३०



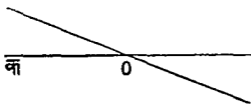
चित्र न० ३१



चित्र नं० ३२

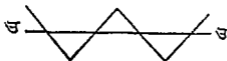
चुम्बकमें चुम्बकत्व कहा रहता है ४७

चुम्बककेलिए भिन्न भिन्न आकारका होगा । किसीकेलिए चित्र ३० का सा और किसीकेलिए चित्र ३१ का सा हो सकता है । जिसकेलिए वक्र चित्र ३२ का सा हो उसको साधारण चुम्बक



चित्र न० ३३

कहते हैं । जिस चुम्बकका वक्र चित्र ३१ का सा हो उसकेलिए यह कहा जा सकता है कि इसका चुम्बकत्व केवल दो ही जगहोंमें है । जिन चुम्बकोंमें गौण केन्द्र होते हैं उनके चुम्बकत्वके वक्रका आकार चित्र ३३ का सा होगा ।



चित्र न० ३४

ऐसे वक्रके आकारसे यह तुरन्त पता चल जाता है कि चुम्बक ठीक ठीक बना है या नहीं । दिक्सूचकके चुम्बकत्वका वक्र चित्र ३३ का सा



होना चाहिए । छोटे चुम्बकोका वक्र ऐसा ही होता है ।

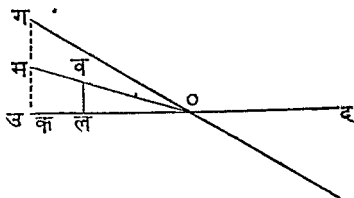
चित्र न० ३० और ३१ में क और ग के बीचके भागको उदासीनताका भाग कहते हैं । ऐसा मालूम पडता है कि इस भागमें चुम्बकत्व है ही नहीं । चित्र ३२ वाले चुम्बकमें उदासीनताका भाग बडा नहीं है परन्तु ० पर उदासीनताका भाग है ।

कूलम्बने अपने प्रयोगोंकेलिए जो चुम्बक बनाये उनके वक्र ३० और चित्र ३१ के समान थे । एक चुम्बकके साथ दूसरा चुम्बक जोड़नेसे जुष्टका वक्र दोनोंके वक्रसे भिन्न होता था । इस जुष्टके वक्रमें उदासीनताका भाग कम होता था । चुम्बकोकी संख्या बढानेसे कम होता चला जाता था जबतक कि चित्र न० ३२ का सा (साधारण चुम्बक का सा) हो जाता था । इसके पश्चात् संख्या बढानेसे जुष्टका चुम्बकत्व बढ़ता नहीं । और चुम्बक जुष्टमें जोडना केवल लोहा खराब करना है । इससे यह भी सिद्ध होता है कि बहुत ज्यादा चुम्बकोके जुष्ट बनानेसे कोई लाभ नहीं—एक विशेष संख्या ही लेना उचित है ।

अबतक केन्द्रका प्रयोग जरूर किया परन्तु,

कोई परिभाषा नहीं दी। वास्तवमें ठीक ठीक परिभाषा वक्रोंके बनानेके पश्चात् ही दी जा सकती थी। वक्र और उस रेखाके, जो चुम्बकको सूचित करती है, बीचमें जो जगह अथवा क्षेत्र है उसका गुरुत्व केन्द्र निकालकर, इस विन्दुसे चुम्बकवाली रेखापर एक लम्ब डालना चाहिये। जहाँ यह लम्ब चुम्बकवाली रेखासे मिले उस विन्दुको चुम्बकत्वका केन्द्र कहना चाहिये। यदि वक्रका आकार टेढ़ा मेढ़ा न हो परन्तु बहुत सीधा हो, जैसा साधारण चुम्बकका चित्र ३३ में दिखलाया गया है, तो केन्द्रका निकालना सुगम है। यहाँ वक्र और चुम्बकवाली रेखा मिलकर एक त्रिकोण बनाते हैं। त्रिकोणका गुरुत्वकेन्द्र उस रेखापर होता है जो एक कोणसे सामनेवाले भुजके मध्य विन्दुमेंसे होती हुई खँची जाये। यह रेखा चित्र ३५ में खँची गयी है। इस रेखाके ३ भाग कर लो भुजसे पहले भागका जो विन्दु व है वही त्रिकोणका गुरुत्वकेन्द्र है। इससे वल एक लम्ब क० पर गिराया गया है। यह क० के साथ ल पर मिलता है, ल ही चुम्बकत्वका केन्द्र हुआ। चित्र ३५ में ल की दूरी ० से नाप लो और परिमाणके हिसाबसे जो दूरी निकले उसको चुम्बकके मध्य

भागसे नापकर ल का स्थान चुम्बकपर निकाल लो। चुम्बकके चुम्बकत्वका केन्द्र मालूम हो जायगा। रेखा गणितके नियमोंके अनुसार यह चुम्बककी आधी लम्बाईकी तिहाई दूरीपर चुम्बकके सिरेसे होना चाहिये।



चित्र न० ३५

क-सिरा, ० एक चुम्बकका मध्य, म-कग का मध्य बिन्दु

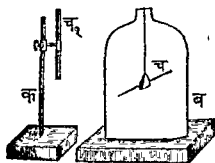
ऐसा चुम्बक जिसका चुम्बकत्व सिरेसे लेकर मध्य स्थानतक फैला हुआ न हो किन्तु एक स्थानपर ही एकत्रित हो जैसा कि चित्र ३२ वाले वक्रसे मालूम होता है, चुम्बकोंके आकर्षण और निराकरणके नियम मालूम करनेके काममें आता है। यह मोटाई और चौड़ाईकी अपेक्षा बहुत

लम्बा होता है। यदि गोल हो तो यह कहा जा सकता है कि उसकी लम्बाई सदैव मोटाईकी ४०० गुणी या इससे अधिक होगी परन्तु कम नहीं। ऐसे लम्बे चुम्बकोको विद्युतधारासे घनाना आसान और सम्भव है। और किसी रीतिसे घनाना तो बहुत ही कठिन होगा।

दूसरी रीति—उपरोक्त रीति सरल अवश्य है किन्तु आजकल काममें नहीं आती, क्योंकि और रीतिया इससे भी अधिक सरल हैं। इन दो रीतियोंमेंसे जिनको अभी हम वर्णन करेंगे, पहिली रीति तो बहुत आसान है परन्तु दूसरीकेलिए कुछ सामग्रीकी आवश्यकता होगी और उसके समझनेमें भी कुछ कठिनाई पड़ेगी। तो भी हम पाठकोंकी सुविधाकेलिए इसका थोडासा वर्णन यहां दे देंगे, जिससे उनको इस सम्बन्धके सब प्रयोग एक ही स्थानपर मिल जाय।

जिस प्रकार कि चुम्बककी प्रबलता निकालनेकेलिए तीसरी रीतिमें चुम्बकको एक बक्समें या वे पेंदेकी बोटलमें झूलनेकेलिए लटकाया था उसी प्रकारसे एक चुम्बक किसी बक्समें लटका लो

और इसके एक भोटेका समय निकाल लो। इस बोतलके बाहर एक चगुलमें (clamp) उत्तर और जिस चुम्बकके चुम्बकत्वका चक्र निकालना हो इस प्रकार लगाओ कि ऊपर नीचे घिस काया जा सके, पर उसकी दूरी लटके हुए चुम्बक से उतनी ही बनी रहै। अब इस चुम्बकका निचला सिरा लटके हुए चुम्बकसे समतल रख कर, लटके हुए चुम्बकके एक भोटेका समय निकाल लो। उत्तरी सिरा सामने होनेसे यह समय बढ़ जायगा और दक्षिणी सिरा सामने होनेसे घट जावेगा। पहिले समयके वर्गको दूसरे समयके वर्गसे भाग दो। उत्तरी सिरा यदि नीचे हो तो इस



चित्र ३६

क, दंडा, च२ चुम्बक च-लटका हुआ चुम्बक, ब-बोतल

भजन फलको १ मेंसे घटा लो और यदि दक्षिणी सिरा नीचे हो तो इस भजन फलमेंसे १ घटा दो । इस बाकी निकालनेसे जो सख्या मिलेगी वह चुम्बकके उस भागके चुम्बकत्वकी सूचक होगी जो लटके हुए चुम्बकके सामने था । इसी प्रकार प्रत्येक भागको लटके हुए चुम्बकके सामने लाकर उस भागके चुम्बकत्वका अंशजा निकाल लेना चाहिए और फिर ऊपर दी हुई रीतिके अनुसार चुम्बकत्वका घक खींच लेना चाहिए ।

उदाहरण—यदि लटके हुए चुम्बकके एक भोटेका समय २ सेकंड हो और किसी चुम्बकका उत्तरी सिरा घेतलके घाहर लटके हुए चुम्बकके सामने रखनेसे उसके भोटेका समय  $2\frac{1}{2}$  सेकंड हो जावे तो वह सख्या जो चुम्बकत्वकी सूचक होगी इस प्रकार निकाली जाती है ।

$$1 - \frac{2}{\left(2\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\left(2\frac{1}{2}\right)^2 - 2^2}{\left(2\frac{1}{2}\right)^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\frac{25}{8} - 8}{\frac{25}{8}} \\
 &= \frac{\frac{8}{8}}{\frac{25}{8}} = \frac{8}{25}
 \end{aligned}$$

यदि अब कोई दूसरा भाग चुम्बकका-लटके हुए चुम्बकके सामने लाया जावे तो उससे भौंटेके समयमें अवश्य ही अन्तर हो जावेगा। मान लो कि यह समय  $2\frac{1}{4}$  सेकंड हो गया तो इस भागके चुम्बकत्वकी सूचक संख्या  $\frac{16}{25}$  इस प्रकार निकालो।

$$\begin{aligned}
 1 - \frac{2^2}{\left(2\frac{1}{4}\right)^2} &= \frac{\left(\frac{8}{4}\right)^2 - 2^2}{\left(\frac{8}{4}\right)^2} \\
 &= \frac{16 - 16}{16} \\
 &= \frac{0}{16}
 \end{aligned}$$

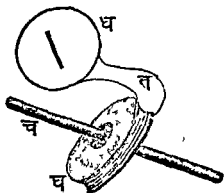
$$\begin{array}{r}
 १७ \\
 \hline
 १६ \\
 = \\
 ८१ \\
 \hline
 १६ \\
 \\
 १७ \\
 = \\
 ८१
 \end{array}$$

इसी प्रकार हर एक भागको उस लटके हुए चुम्बकके सामने लाकर उसके भेदके समय निकालकर यह सख्याएँ निकाल ला जिनसे धक्का खँचा जा सकता है। इस बातका ध्यान रहे कि चुम्बक ऊपर नीचे पिसकाते समय, लटके हुए चुम्बकसे, उसकी दूरीमें कोई फरक न आवे।

तीसरी रीति—एक छोटी घिनी या रील (जैसी कि तागेमें लिपटी हुई बाजारमें मिलती है) जिसका छेद इतना बड़ा हो कि चुम्बक आसानीसे जा सके लो। एक पतला रेशम या रुईसे लिपटा हुआ ताबेका तार लेकर इसपर तागेकी नाई लपेट लो। इसके दोनों सिरे दो छेदोंमेंसे बाहर निकले रहने चाहिये जैसे कि प्रायः छेद करके तागेका सिरा बाहर निकाले रहते हैं जिससे तागा खुलने न पावे। १०० या ५० लपेटोंसे अधिक



लपेट देनेकी आवश्यकता नहीं है। तारके दोनों सिरोंको तो विद्युद्धारामापक के ( धारामापक ) दोनों सिरासे जाँड दो। घिर्नीको चुम्बकके बीच में रखकर दाँई (बाँई) ओर  $\frac{1}{2}$  इंच खिसकाओ।



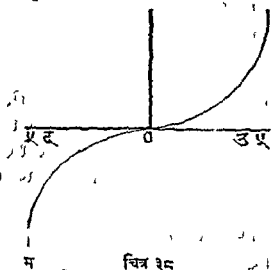
चित्र ३७—घ-घिर्नी, त-तार, च-चुम्बक, ध-धारामापक।

धारामापककी सुई अपनी स्थिर जगहसे थोड़ी सी हट जावेगी और लौटकर अपनी स्थिर जगह पर आ जावेगी। हटावको लिख लो और घिर्नीको फिर बीचमें रखकर बीचसे  $\frac{1}{2}$  इंच खिसकाओ। धारामापककी सुई पहिलेसे ज्यादा हटेगी। इस हटावको भी लिख लो। इसी प्रकार घिर्नीको प्रत्येक बार बीचमें रखकर ज्यादा ज्यादा खिसकाते जाओ और धारामापकके हटावको लिखते

चुम्बकमें चुम्बकत्व कहा रहता है ५७

जाओ। जब इसी प्रकार करते करते सिरकेक पहुँच जाओ तब फिर दूसरे भागकी भी इसी प्रकार जाँच कर लो। जैसे कीलके वोभकी अधिकताको लेकर वक्र खँचा था, उसी तरह श्रव धारामापकी सुईके हटावको लेकर वक्र खँच लो।

उदाहरणमें एक चुम्बकत्वका वक्र देते हैं कि जो हमारे मित्रोंने एक गोल दंड चुम्बक का इस रीतिसे निकाला है। साथ ही एक सूची भी देते हैं कि जिसमें धारामापकी सुईका हटाव जो धिनीको चुम्बकके प्रत्येक भागपर खिसकानेसे मिला है दिया हुआ है। सरल और निर्दोष होनेके कारण बहुधा आजकल यही रीति काममें आती है।



चित्र ३८

घिर्नीका खिसकाना

धारामापकनी सुईका एका

(१) बीचसे उत्तरी सिरके श्रार

१ली वार १ इञ्चके लगभग ३ अंश

२री वार २ इञ्चके लगभग १२ अंश

३री " ३ " ३० "

४थी " ४ " ५३ "

५वीं " ५ " १०६ "

(२) दक्षिणी सिरकी श्रार

१ली वार १ इञ्चके लगभग ४ "

२री " २ " १४ "

३री " ३ " ३२ "

४थी " ४ " ५७ "

५वीं " ५ " १११ "

लिया गया चुम्बक १० इंच लम्बा था

वक्र साधारण चुम्बकके वक्रसे भिन्न है परन्तु बहुत कुछ मिलता हुआ सा है। साधारण चुम्बकके वक्रमें "म०" हिस्सा एक सीधी लकीर होता परन्तु इस वक्रमें थोडासा मुकाव लिए हुए है। (देखो चित्र ३३)

इसके पश्चात् यह भी बतला देना हम उचित समझते हैं कि चुम्बकत्व स्थिर चुम्बकमें केवल

प्रष्टपर ही रहता है क्योंकि यदि चुम्बकको शोरे-  
के तेजावम रगकर उसका ऊपरका थोडासा  
हिस्सा गला डालें तो जो कुछ बचेगा उसमें चुम्ब-  
कत्व विलकुल न होगा। एक और रीतिसे भी  
इस बातकी जाच की जा सकती है। एक लोहेकी  
नली ले लो उसके भीतर एक ठीक ठीक आती हुई  
छुड रख दो। छुडके अन्दर होते हुए इस नलीको  
किसी रीतिसे चुम्बक बना लो। छुड अन्दरसे  
निकालकर जाचो इसमें चुम्बकत्व विलकुल न  
होगा किन्तु सब चुम्बकत्व नलीमें ही मिलेगा।  
इसी कारण कभी कभी खोकले चुम्बक भी काममें  
लाये जाते हैं। नलीकी दीवारोंकी मोटाई इस प्रयोग-  
को सफलताकेलिए चुम्बक बनानेकी रीति और  
नलीके लोहेपर निर्भर है। किसी रीति और लोहे-  
केलिए इसे केवल  $\frac{1}{2}$  इंच और किसी रीति और  
लोहेकेलिए इससे अधिक होना पड़ेगा।

### ६-आकर्षण और निराकरणके नियम

जब कीलकी मददसे चुम्बकके भिन्न भिन्न  
भागोंका चुम्बकत्व निकाला था, उस समय यह  
बतलाया था कि लटकी हुई कीलको प्रत्येक भाग-

पर तोलो। इससे अभिप्राय यह था कि कील प्रत्येक भागसे समान दूरीपर रहे। इसी प्रकार जब कम्पन-बक्समें एक चुम्बक रखकर और दूसरे चुम्बकका प्रत्येक भाग उस लटके हुए चुम्बकके सामने लाकर उसके एक भोटेके समयमें न्यूनाधिकता मालूम करके उसके हर एक भागके चुम्बकत्वका अनुमान लगाना बतलाया था, उस समय भी यह कहा था कि चुम्बक ऊपर नीचे खिसकाते समय अपने स्थानके दाएँ बाएँ न हों जावे जित का उद्देश भी यही था कि चुम्बकका प्रत्येक भाग लटके हुए चुम्बकसे एक समान दूरीपर रहे। स्वतंत्रता पूर्वक घूमते हुए चुम्बकके विचलनसे दो चुम्बकोके चुम्बकत्वकी तुलना करते समय भी यही कहा गया था कि दोनों चुम्बकोंको एक ही दूरीपर रखना चाहिए। इन सब बातोंका फल यही निकला कि हमने दूरीको घटने बढ़ने नहीं दिया। अब प्रश्न यह उठता है कि दूरीके घटने और बढ़नेसे हमको इतना डर क्यों लगता था। इसका कारण केवल इतना ही था कि दूरीके घटने और बढ़नेसे चुम्बकके आकर्षण और निराकरणकी शक्तिमें भी भेद पड जाता है। यदि एक भाग चुम्बकका १ इंचकी दूरीपर हो और दूसरा २ इंचकी दूरीपर

तो दोनों भागोंके चुम्बकत्वकी तुलना नहीं हो सकती ।

सूर्य और चन्द्रमा आकारमें बराबर ही दिखलायी पड़ते हैं । सूर्य चन्द्रमासे कई हजार गुना बड़ा है । उनका बराबर दीख पड़ना केवल दूरीके ही अन्तरके कारण है । यदि उनकी दूरीपर ध्यान न देकर यह मानलें कि दोनोंका आकार समान है तो बड़ी भारी भूल होगी । इसी प्रकार यदि चुम्बकके प्रत्येक भागकी दूरी हमारे जाचनेवाले यत्रसे भिन्न भिन्न हो तो हम उसके भागोंके चुम्बकत्वका कोई अनुमान नहीं लगा सकते ।

दूरीके घटने बढ़नेसे दो चुम्बकोंके सजातीय सिरोंमें निराकरण और उनके विपमजातीय सिरोंमें आकर्षणकी शक्ति किस प्रकार घटती बढ़ती है—इस बातकी पहले पहल कूलम्बने जाच की थी और उन्होने अपने प्रयोगों द्वारा यह नियम सिद्ध किया था —

चुम्बकोंके सिरोंमें आकर्षण या निराकरणकी शक्ति दूरीके वर्गके साथ विपरीति सम्बन्ध रखती है ।

अर्थात् दो चुम्बक लेकर और उनके दो सिरे एक नियत दूरीपर रखकर यदि उनमें आकर्षण या निराकरणकी शक्ति निकाली जावे तो दूरी

आजतक इस नियमके विरुद्ध कोई बात मालूम नहीं हुई। इससे बढकर इसकी सत्यताका प्रमाण नहीं दिया जा सकता। परंतु यह विलकुल निर्देश रीति नहीं है। क्योंकि चुम्बकका दूसरा सिरा अपना कुछ न कुछ प्रभाव लटके हुए चुम्बक पर अवश्य ही डालता है। कूलम्बका चुम्बक बहुत बडा नहीं था जिससे यह कहा जा सके कि दूसरा सिरा इतनी दूर था कि उसका असर बहुत ही कम पडता था। इस दूसरे सिरके असर विलकुल उड़ा देनेके लिए प्रयोग इस प्रकार करना पडेगा।

ऐसा चुम्बक लो कि जिसकी लम्बाई, उसकी मोटाईकी ४०० गुनी हो, जिससे कि चुम्बकके केन्द्र उसके सिरोंके पास हों। चुम्बकका मोटा होना आवश्यक नहीं है। एक सूत मोटा लिया जा सकता है। एक सूत मोटा चुम्बक कमसे कम २५ इंच लम्बा होना चाहिए। तीन, और तीनसे भी अधिक फुट लम्बे चुम्बकोंसे प्रयोग किया गया है, पर हमारी समझमें एक सूत मोटा और २ फुट लम्बा चुम्बक, जैसा हमने अपने प्रयोगमें लिया था, काफी होगा। इस चुम्बकके चुम्बककत्व मापकपर उट्टेके सहारे इस

इसकी जांच भी पहले पहल कूलम्बने ही की और यह सिद्ध किया कि दो चुम्बकोंके सजातीय सिरोमें निराकरण और विपमजातीय सिरोमें आकर्षणकी शक्ति उनके सिरोके चुम्बकत्वकी प्रबलताओके गुणनफलपर निर्भर है। इसका अर्थ यह है कि यदि प्रत्येक चुम्बककी प्रबलता पहलेसे दुगुनी हो तो उनमें शक्ति चौगुनी हो जावेगी।

इन दोनों नियमोंको मिलाकर शक्ति माप करनेका सूत्र इस प्रकार लिख सकते हैं—

$$श (निराकरण अथवा आकर्षणकी शक्ति) = \frac{p \cdot p}{d^2}$$

यहा एक चुम्बकके सिरेकी प्रबलता  $p$  और दूसरे चुम्बकके सिरेकी प्रबलता  $p_1$  मान ली है और उन दोनोके बीचमें  $d$  के बराबर दूरी है। इसी सूत्रसे प्रबलताके नापनेकी इकाई भी निकाली गयी है। यदि दो समान प्रबलताके सिरे लिये जावें अर्थात्  $p = p_1$  और इकाई दूरीपर (अर्थात्  $d = 1$ ) रखे जानेपर एक दूसरेको इकाई शक्ति (अर्थात्  $श = 1$ ) से हटायें या खींचें तो उनकी प्रबलता एक है।



जिस पद्धतिमें लम्बाई नापनेकी इकाई एक शतांशमीटर (सेंटीमीटर) है उसमें शक्तिकी इकाई १ डाइन है। इस पद्धतिके अनुसार प्रबलताकी इकाईकी परिभाषा यह होगी—

उस चुम्बकके सिरकेकी प्रबलता १ है जो अपने जैसे, १ शतांशमीटरपर रटे हुए सिरकेकी १ डाइनकी शक्तिसे हटाव।

जब उत्तरी सिरकेकी प्रबलता घतलानी होगी तो प्रबलता सूचित करनेवाली सख्याके पहले या तो + का चिन्ह लिख देंगे या कोई भी चिन्ह नहीं लगावेंगे। दक्षिणी सिरकेकी प्रबलता सूचित करनेवाली सख्याके पहले - का चिन्ह अवश्य ही लगाया जावेगा। हटाव अथवा निराकरणकी शक्तिको + से सूचित करेंगे या कोई चिन्ह भी नहीं लगावेंगे और खिंचाव अथवा आकर्षणकी शक्तिको - से सूचित किया करेंगे।

यदि ऊपरवाले दो सिरोंमेंसे एककी प्रबलता इकाईके बराबर हो तो दोनोंमें निराकरणकी शक्ति  $\frac{p}{d^2}$  के बराबर होगी।

इस सख्याको 'द' दूरीपर 'प' प्रबलतावाले चुम्बककी शक्तिका प्रभाव (intensity) कहेंगे। बड़ा महत्व इस संख्याका यह है कि चुम्बककी

प्रबलता और उसकी दूरी मालूम न होनेपर भी यह सत्या अर्थात् उस चुंबककी शक्तिका प्रभाव एक नियत स्थानपर मालूम किया जा सकता है। जैसे पार्थिव चुम्बकके सिरेकी प्रबलता और उस सिरेकी दूरी आपके स्थानसे आपको मालूम न हो किन्तु पार्थिव चुम्बककी शक्तिका प्रभाव आप अपने स्थानपर मालूम कर सकते हैं। इस सत्याका महत्व आगे और भी स्पष्ट होता चलेगा। इसके नापनेकी इकाई गौस (gauss) कहलाती है।

जिस स्थानपर इकाई प्रबलतावाला सिरा १ डाइनकी शक्तिसे गिंचे या हटे उस स्थानपर चुम्बकीय शक्तिका प्रभाव (intensity) एक गौसके बराबर है।

### ७—शक्ति

सम्भव है कि पाठक शक्ति नापनेकी इकाई अर्थात् डाइनसे अपरिचित हों इसलिए इसका और इसके सम्बन्धी और चीजोंका जिनसे काम पड़ेगा सक्षिप्त वर्णन यहाँ दिये देते हैं। सब चीजोंके नापनेकेलिए दो पद्धतियाँ प्रचलित हैं। एकमें लम्बाई नापनेकी इकाई फुट, मात्रा नापनेकी इकाई पाँड और काल नापनेकी इकाई

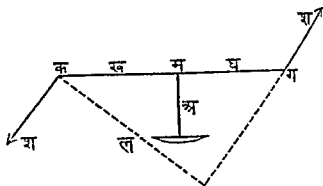
सेकंड है, इसको सक्षेप में फ प स पद्धति कहेंगे । दूसरीमें लम्बाई नापनेकी इकाई एक शतांश मीटर ( सेंटीमीटर ), मात्रा नापनेकी इकाई ग्राम और काल नापनेकी इकाई सेकंड है । इसके सक्षेपमें श ग. स पद्धति कहेंगे । वैज्ञानिक ससारमें यह ही पद्धति अधिक प्रचलित है क्योंकि इसमें बड़ी बड़ी चीजोंके नापनेकी बड़ी बड़ी इकाइया छोटी छोटी इकाइयोंकी १०, १००, १००० गुनी और छोटी छोटी चीजोंको नापनेके लिए छोटी इकाइया दसवां, सौवां, हजारवा, इत्यादि इकाईके भाग होती है । छोटी रेलकी पट्टियोंके बीचकी दूरी एक मीटर होती है, इसीके सौवें भागको शतांश मीटर कहते हैं । फ्रांस की राजधानी पेरिसमें ( Paris ) परिमाणोंके दफतरमें ( Bureau of Standards ) रखे हुए एक छड़के ऊपरके दो चिन्होंके बीचकी दूरीको ०<sup>१</sup> श पर मीटर कहते हैं । ग्राम उस वांटका हजारवा हिस्सा है जो उसी दफतरमें रखा है और किलोग्राम ( kilogram ) कहलाता है । यह रेलवालोंका किलो है और अपने सेरके लगभग है । जब आप किसी वस्तुको अपनी ओर रेंचना चाहते हैं, तो आपको कुछ शक्ति लगानी पडती है ।

॥ पृथ्वी प्रत्येक वस्तुको अपनी ओर खींचती है और  
 ॥ इसी कारण चीजें हाथसे छोड़नेपर पृथ्वीपर  
 ॥ गिरती हैं। पृथ्वी भी वस्तुओंको किसी शक्तिसे  
 ॥ खींचती है। इसी शक्तिसे शक्तिकी इकाई निकाली  
 ॥ गई है। मान लो कि आपने हाथमें १ ग्रामका घांट  
 ॥ थाम रखा है, उसे हाथमें थामे रखनेकेलिए शक्ति  
 ॥ लगाना पडती है। जितनी शक्ति आप लगाते हैं,  
 ॥ उही १ ग्राम भार या ग्रामका बौद्ध कहलाता



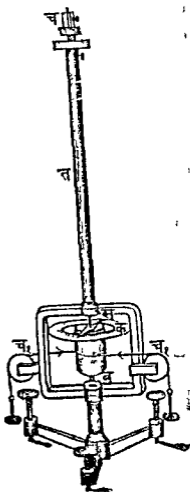
चित्र न० ४२—फ्लोग्राम

है। पृथ्वी भी इतनी ही शक्तिसे इस ग्राम-घांटको  
 अपनी ओर खींचती है। पृथ्वीतलके प्रत्येक स्थान-  
 पर यह बौद्ध एकसा नहीं है। इसका हाल पाठक



चित्र न० ४३

चित्रवाले युगलका घूर्ण शल हुआ । ल को युगलका भुजदण्ड कहते हैं । जिन दो युगलोंका घूर्ण बराबर है उनका असर भी बराबर ही होता है चाहे उनकी शक्तियां बराबर हों या न हों । चित्रमें ख और घ स्थानोंपर जो क और ग की अपेक्षा म से आधी दूरी पर है रश और - रश के बराबर शक्तियां श, श, शक्तियोंकी दिशामें लगानेसे, वही असर होगा जो श के बराबर, शक्तियां क और ग पर लगानेसे हुआ है । इसकी जांच एक बहुत साधारण यंत्रसे, जिसका चित्र नीचे दिया जाता है हो सकती है । एक तार लो जिसका एक सिरा एक चुटकीमें ( clamp ) इस प्रकार दबा हो कि घूम न सके, और जिसका दूसरा सिरा एक बेलनके सिरेके बीचमें फसा दो । बेलनपर एक छोटी कील

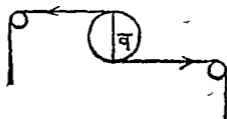


चित्र न० ४४

च—चुटको । स—सूचक । क—दिगरियोवाला कागज़ ।

च, चक्रिया । य—धेलन ।

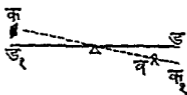
लगी होनी चाहिए जिससे एक डोरा इस प्रकार लपेटा जा सके कि बेलनके चक्कर खानेसे दोनों ओर डोरा खुले। तारमें एक सूचक ( pointer ) भी लगा रहना चाहिए। इस सूचकके नीचे एक ऐसा घेरा लगा लो जिसमें कोण बने हों। डोरेके सिरोंको दो चकरियोपरसे होते हुए नीचे लटकने दो। स्थिर दशामें सूचकका स्थान देख लो। डोरेके दो सिरोंमें दो समान वांट ( एक एक या दो दो तोलोंके बराबर ) लटका दो। बेलन थोडासा घूम जावेगा, सूचकका यहनया स्थान देख लेनेसे घुमाव मालूम हो जावेगा। यहां शक्तियोंकी रेखाए बेलनको स्पर्श करती है, इसलिये युगलका भुजदण्ड



चित्र न० ४५

बेलनके व्यासके बराबर हुआ। युगलका घूर्ण हुआ वव के बराबर, यदि व बोझ और व बेलनका व्यास हो। आधे व्यासका बेलन लगाकर पहलेके

बराबर घुमाव पैदा करनेकेलिए दुगना बोझ लगाना पड़ेगा । इस प्रयोगमें यह भी देखनेमें आया कि बेलन बराबर घूमता नहीं रहता, किंतु तारमें ऎंठन पडनेसे ठहर जाता है अर्थात् तारकी ऎंठन इस युगलकी तुलना कर लेती है। कभी कभी युगलकी दो शक्तियोंमेंसे एक गुप्त होती है, जैसे यदि एक डाडी डड<sub>१</sub>, अ स्थानपर एक अक्ष के ऊपर तुली हो तो एक तरफ एक छोटासा बोझ रखनेसे घूम जावेगी और कक<sub>१</sub> स्थानपर आ ठहरेगी—यहा एक ही शक्तिसे डाडी घूम गई । वास्तवमें अक्षपर दूसरी शक्ति विरुद्ध दशामें अपने आप पैदा हो जाती है और यह दोनो मिलकर एक युगल बना लेती है। इस युगलका घूर्णन पद के बराबर है यदि “ २ ” बोझ अक्षसे द दूरीपर



चित्र न० ४६

रक्खा हो । ऐसी अवस्थामें इस गुणकको



युगलका घूर्ण न कहकर शक्तिका घूर्ण कहते हैं। एक दूसरा बोझ व<sub>१</sub> अक्षके दूसरी ओर रखकर डांडीको सीधा रख सकते हैं। वह बोझ ऐसी दूरी द<sub>१</sub> पर अक्षसे होना चाहिए कि इसका घूर्ण व<sub>१</sub>द<sub>१</sub> पहले बोझके घूर्णके बराबर हो अर्थात्  $v_1 d_1 = v d$

युगलोंकी तुलनासे तो काम बहुत पडेगा पर थोडा सा काम शक्तियोंकी तुलनासे भी पडेगा। इसलिए उनके सबन्धी बातें भी यहां बतला देना उचित समझते हैं।

यदि दो शक्तिया एक ही बिन्दु पर लगाई जावें तो उनका अमर उतना ही होगा जितना कि उस तीसरी शक्तिका हो सकता है जो उस समानान्तर चतुर्भुज के कर्णकी (diagonal) दिशामें और प्रमाणानुसार उसके बराबर है जो दो शक्तियोंके सूचित करने वाली रेखाओंको दो भुज मानकर खेंचा गया है।

इस नियमकी जांचकेलिए यह प्रयोग करना चाहिए। एक डोरा लेकर उसके बीचमें एक गांठ लगा लो और एक सिरेपर ३ तोलेके बराबर और दूसरे सिरे पर ४ तोलेके बराबरबोझ बांध दो। एक तखतेमें दो चक्रियां च, च, लगाकर बोझोंको इस प्रकार लटकाओ कि एक बोझ एक चक्रीके एक

मालूम हो जाती है और स्पर्श रेखासे कोण मालूम हो सकता है। कोण मालूम होनेसे दिशाका पता चल जाता है।

## ८-त्रिकोणमितिकी निपपत्तियां

थोड़ेसे त्रिकोणमितिके नियमोंकी भी विज्ञानके पाठकोंको आवश्यकता पड़ेगी उनको हम यहाँ सक्षेपमें दिये देते हैं जिससे पाठकोंको सुविधा हो जाय।

क स ग एक त्रिभुज लो जिसका क स ग कोण समकोण हो। क ग, क स और स ग त्रिभुजके कर्ण, आधार और लम्ब कहलाते हैं। (चित्र ४८)

$\frac{\text{गस}}{\text{कग}}$  क कोणका ज्या (sine) कहलाता है।

$\frac{\text{कस}}{\text{कग}}$  क कोणका कोज्या (cosine) ”

$\frac{\text{गस}}{\text{कस}}$  क कोणका स्पर्श रेखा (tangent) ”

$\frac{\text{कस}}{\text{गस}}$  क कोणका कोटि स्पर्श रेखा (cotan-

gent) कहलाता है।

$\frac{\text{कग}}{\text{कस}}$  क कोणका छेदन रेखा (secant) ”

असरमें उन दोनों शक्तियोंके बराबर है और विरुद्ध दिशामें होनेसे गांठको चलने नहीं देती है, अर्थात् दोनों शक्तियोंका असर कर्णके बराबर वाली शक्तिके असरके बराबर और इस कर्णकी दिशा में है। इस शक्तिको - दोनो शक्तियोंका लब्ध कहते हैं।

जब दो शक्तियां एक दूसरेसे सम कोण बनाती हों तो लब्ध और लब्धकी दिशा निकालना आसान है। यदि इसी चित्रमें घ ग क कोण समकोण होता

तो गख =  $\sqrt{गघ^2 + गक^2}$  (रेखा गणितके नियमानुसार)

गघ = ३ और गक = ४ इसलिये

$$गख = \sqrt{९ + १६}$$

$$= ५$$

गघ ( लब्ध ) और ग क ( एक शक्ति ) के बीचमें जो कोण ए ग क है उसकी स्पर्श रेखा

$$= \frac{एक}{गक} = \frac{गघ}{गक}$$

( और इस उदाहरणमें ) =  $\frac{३}{४}$

$$= \frac{\text{दूसरी शक्ति}}{\text{एक शक्ति}}$$

अर्थात् शक्तियोंके भाग फलसे 'स्पर्शरेखा

मालूम हो जाती है और-स्पर्श रेखासे कोण मालूम हो सकता है। कोण मालूम होनेसे दिशाका पता चल जाता है।

## ८-त्रिकोणमितिकी निपपत्तियां

थोड़ेसे त्रिकोणमितिके नियमोंकी भी विज्ञानके पाठकोको आवश्यकता पड़ेगी उनको हम यहां सक्षेपमें दिये देते हैं जिससे पाठकोको सुविधा हो जाय।

क ख ग एक त्रिभुज लो जिसका क ख ग कोण समकोण हो। क ग, क ख और ख ग त्रिभुजके कर्ण, आधार और लम्ब कहलाते हैं। (चित्र ४८)

$\frac{\text{गख}}{\text{कग}}$  क कोणका ज्या (sine) कहलाता है।

$\frac{\text{कख}}{\text{कग}}$  क कोणका कोज्या (cosine) ”

$\frac{\text{गख}}{\text{कख}}$  क कोणका स्पर्श रेखा (tangent) ”

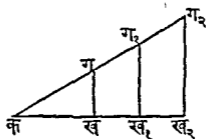
$\frac{\text{कख}}{\text{गख}}$  क कोणका कोटि स्पर्श रेखा (cota-

ngent) कहलाता है।

$\frac{\text{कग}}{\text{कख}}$  क कोणका छेदन रेखा (secant) ”

$\frac{\text{कग}}{\text{गख}}$  को कोणका कोटिच्छेदन रेखा (cosecant) कहलाता है।

इन निपपत्तियोंका महत्व यह है कि त्रिकोण चाहे कितना बड़ा कख<sub>२</sub> ग<sub>२</sub> अथवा कख<sub>१</sub> ग<sub>१</sub> छोटा क्यों न हो यह निपपत्तियाँ सदैव एक ही होंगी, जबतक कोण क न बदले इसलिए प्रत्येक कोणकेलिए यह निकालकर एक पुस्तकमें जिसे गणित सारिणी कहते हैं छाप दी गयी है। इनकी सहायतासे किसी समकोण वाले त्रिकोण



चित्र नं० ४८

का एक भुज और कोण मालूम होनेसे तीनों भुज मालूम हो सकते हैं। उदाहरणकेलिए मान लो कि एक बुरज या पहाड़ीकी उचाई मालूम करना है, व बुरज है जिसकी च चोटी और द दामन है।

दामनसे एक नियत दूरीके स्थान स पर खड़े होकर च स द कोण नाप लो।

खँचना सुलभ है । ध्रुव\* अपनी जगह विलकुल स्थिर रहता है परन्तु सूर्य २२ मार्चसे २३ सितम्बरतक सायनके उत्तरमें और २३ सितम्बरसे २२ मार्चतक सायनके दक्षिणमें रहता है । २२ मार्च और २३ सितम्बरको भी जब सूर्य सायनमें होता है केवल भूमध्य रेखावाले स्थानोंपर पूर्व पश्चिम रेखा खँची जा सकती है । पर उन स्थानोपर जो भूमध्य रेखापर नहीं है बिना इस बातके जाने कि वह कितने उसके उत्तर या दक्षिणमें है यह रेखा नहीं खँची जा सकती । उत्तर दक्षिण दिशावाली रेखा कोई भी मनुष्य इस प्रकार अपने स्थानपर खँच सकता है । एक वारीक छेदवाली नली या दूरबीन न को एक डट्टेमें इस प्रकार लगाओ कि वह ऊर्ध्वतलमें घुमायी जा सके । इसमेंसे ध्रुव तारेकी और देसो, इसको इसी ही दिशामें रखके हुए इसके विलकुल नीचे एक रेखा व द खँच लो यह उत्तर दक्षिण दिशा वाली रेखा हुई । यह अक्षके



चित्र न० ५० का (

## ६—चुम्बकीय हटाव तथा दिक् सूचक ।

पाठकोंको याद होगा कि चुम्बक का चुम्बकत्व दूरकरनेकेलिए यह चतलाया गयाथा कि उसको गरम करके चुम्बकीय पूर्व पश्चिम दिशामें रखकर ठंडा कर लो । उस समय उनके चित्तमें यह प्रश्न अवश्य ही उठा होगा कि यह चुम्बकीय पूर्व पश्चिम दिशा कहाँसे आयी । इस परिच्छेदमें उसका उत्तर देना चाहते हैं ।

पूर्व पश्चिम उत्तर दक्षिण चार दिशाओंमेंसे दो-पूर्व और उत्तर-दिशाओंमें एक एक चीज ऐसी है जिसके देखनेसे दिशाका पता चल जाता है—पूर्वमें सूर्य और उत्तरमें ध्रुव । दोनों दिशाओंका पता चलानेकी तो आवश्यकता नहीं है केवल एकके पता चलनेसे चारोंका पता चल जाता है, इसीलिए सूर्यको दिनमें और ध्रुवको रात्रिमें लोग काममें लाते हैं । यदि एक स्थानपर दो रेखाएँ एक उत्तर दक्षिण और दूसरी पूर्व पश्चिम दिशामें खेंची जावें तो वह एक दूसरेसे समकोण बनार्येंगी, इसीलिए यदि दो रेखाओंमें से एक खेंच ली जावे तो दूसरी भी खेंची जा सकती है । इनमेंसे उत्तर दक्षिण दिशाकी रेखाका

खँचना सुलभ है। ध्रुव अपनी जगह विलकुल स्थिर रहता है परन्तु सूर्य २२ मार्चसे २३ सितम्बरतक सायनके उत्तरमें और २३ सितम्बरसे २२ मार्चतक सायनके दक्षिणमें रहता है। २२ मार्च और २३ सितम्बरको भी जब सूर्य सायनमें होता है केवल भूमव्य रेखावाले स्थानोंपर पूर्व पश्चिम रेखा खँची जा सकती है। पर उन स्थानोंपर जो भूमव्य रेखापर नहीं हैं बिना इस बातके जाने कि वह कितने उसके उत्तर या दक्षिणमें हैं यह रेखा नहीं खँची जा सकती। उत्तर दक्षिण दिशावाली रेखा कोई भी मनुष्य इस प्रकार अपने स्थानपर खँच सकता है। एक धारीक छेदवाली नली या दूरबीन न को एक डट्टेमें इस प्रकार लगाओ कि वह ऊर्ध्वतलमें धुमायी जा सके। इसमेंसे ध्रुव तारेकी और देखो, इसको इसी ही दिशामें रखो हुए इसके विलकुल नीचे एक रेखा उद खँच लो यह उत्तर दक्षिण दिशावाली रेखा हुई। यह पृथ्वीके अक्षाके समानान्तर होगी और उस ऊर्ध्वतल-चित्र नं० ५० का (यामयोत्तर) पृथ्वीपर चिह्न है



द उ

चित्र नं० ५०

का (यामयोत्तर) पृथ्वीपर चिह्न है

\* वास्तवमें ध्रुवके पास एक ऐसा तारा है जो विलकुल अचल है, ध्रुव तो कुछ चरता है।

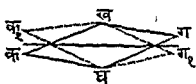


जो उस स्थान और पृथ्वीके दोनो ध्रुवोंमेंसे गुजरता है। इस रेखासे समकोण बनाती हुई जो रेखा खेची जावेगी वह पूर्व पश्चिम दिशामें होगी।

चुम्बकके दोनो केन्द्रोंके जोडती हुई रेखाको चुम्बकीय अक्ष कहते हैं। स्वतंत्रतापूर्वक घूमने वाले चुम्बकका चुम्बकीय अक्ष सदैव एक ही दिशामें रहता है। उस उर्ध्वतलको जिसमें यह रेखा है चुम्बकीय यामयोत्तर कहते हैं। इस रेखाकी दिशाको चुम्बकीय उत्तर दक्षिण दिशा कहते हैं। इस रेखासे समकोण बनाती हुई जो रेखा खेची जावे उसे चुम्बकीय पूर्व पश्चिम दिशाकी रेखा कहना चाहिये। चुम्बकीय उत्तर दक्षिण दिशावाली रेखा और उत्तर दक्षिण दिशावाली रेखा कोई कोई स्थानोंपर मिलती है और बाकी स्थानोंपर भिन्न होती है। इन दोनो रेखाओंके बीचके कोणको चुम्बकीय हटावका कोण कहते हैं। वही यह हटाव पूर्वकी ओर होता है और कहीं पश्चिमकी ओर। प्रयागमें यह पूर्वकी ओर है और हटावका कोण  $1^{\circ} 25'$  है। इस हटावके मालूम होनेसे चुम्बकसे दिशाका पता हर समय और हर ऋतुमें बड़ी आसानीसे लग सकता है। चुम्बकसे चुम्बकीय उत्तर दक्षिण दिशाका पता

चला और हटाव मालूम होनेसे उत्तर दक्षिण दिशाका पता चल गया । यह हटाव स्थिर नहीं है किन्तु प्रतिदिन प्रतिवर्ष बदलता रहता है । कुछ कालतक एक स्थानपर पूर्वीय रहता है फिर पश्चिमीय हो जाता है । ऐसा समझा जाता है कि यह हटाव ६६० वर्षमें एक और पूर्व या पश्चिम महत्तम दिशासे चलकर दूसरी ओर (पश्चिम या पूर्व) भी उतना ही होकर फिर पहली ओर उतना ही हो जाता है । इसकी जाचका अभी अवसर नहीं मिला है क्योंकि इस सम्बन्धमें वैज्ञानिकोंको काम करते हुए केवल ३०० वर्ष हुए हैं ।

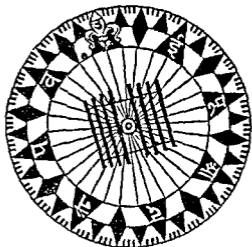
चुम्बकमें चुम्बकीय अक्ष बड़े भारी महत्वकी चीज है । यह चुम्बकके अक्षसे बहुत चुम्बकोंमें भिन्न ही मिलेगा और प्रयोगोंद्वारा निकालना पड़ेगा इसीलिए वह प्रयोग जिससे यह मालूम हो सकता है नीचे दिया जाता है ।



चित्र न० ५१

एक चुम्बकको डोरेसे लटकाओ और उसीके आकारका एक चित्र पेंसिलसे विलकुल नीचे एक कागजके टुकड़ेपर बना लो (चित्रमें क ए ग घ बनाया गया है)। फदेमें चुम्बकको इस प्रकार लौट दो कि ऊपरका पृष्ठ नीचे और नीचेका पृष्ठ उपर हो जावे और फिर एक दूसरा चित्र बनालो (चित्रमें क<sub>१</sub> ए ग<sub>१</sub> घ बनाया गया है)। पहले चुम्बकका अक्ष क ग दिशामें था और अब क<sub>१</sub> ग<sub>१</sub> में है। इन दोनों दिशाओंके बीचके कोणको दो बराबर भागोंमें विभक्त करनेवाली रेखा चुम्बकीय अक्षकी दिशामें होगी। चुम्बकको सीधा (उल्टा) रखकर यह कागजका टुकड़ा उसपर इस प्रकार चिपकाया जावे कि चुम्बक पहले चित्रके विलकुल नीचे हो और चुम्बक फिर कीलीपर रख दिया जावे इससे हर जगह दिशाका पता चल जाया करेगा क्योंकि यह रेखा सदा चुम्बकीय उत्तर दक्षिण दिशामें रहा करेगी। इसी कागजपर चुम्बकके बीचमेंसे होती हुई और इस रेखा से समकोण बनाती-हुई जो रेखा खेंची जावे वह पूर्व पश्चिम दिशामें होगी। ऐसा कागज लगा हुआ चुम्बक, जिसमें दिशाओंके चिन्ह बने हों दिक् सूचकका काम करता और दिक्सूचक कहला

ता है। ऐसे दिक्सूचक प्रायः जहाजोंमें यात्रा करनेमें बड़ी मदद देते हैं। जहाजी दिक्सूचक ऐसे सरल नहीं होते। इनका वर्णन नीचे

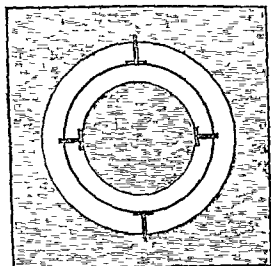


चित्र न० ५२

दिया जाता है। बीचमें एक टोपी है जिसका चदवा किसी कीमती पत्थरका है और बाड़ पीतलकी, इसके एक अत्युमीनियमका छज्जा लगा है जिसके किनारेपर ३० छोटे छोटे छेद बने हैं। एक अत्युमीनियमकी १० इंच व्यासकी चपटी चूड़ी जिसके अन्दरके हिस्सेमें भी ३२ छेद बने हैं रेशमके मजबूत डेरोंसे टोपीके साथ बंधी रहती है। ६ या ८ छोटे छोटे चुम्बक दो रेशमके डेरोंसे सीढ़ीके डडोंकी

तरह बांधे जाते हैं। दोनों डोरोंके चार सिरे चार डोरोंसे इस प्रकार बांध दिये जाते हैं कि आधे चुम्बक केन्द्रके (टोपी) एक ओर और आधे दूसरी ओर रहें। चूड़ीके बराबर कागजका घेरा काटकर चूड़ीपर चिपका दिया जाता है और इस कागजपर दिशाओंके चिन्ह बना दिये जाते हैं। १० इंचसे थोड़े ही बड़े व्यासका एक पीतलका प्याला लेकर उसके पैदोंमें कीली लगाकर उसपर यह चुम्बकोंका जुट्ट दितिज धरातलमें स्वतंत्रतापूर्वक भूलनेकेलिए रखा दिया जाता है। ऊपर नीचेकी दिशावाले अक्षपर रखा हुआ चुम्बक जहाज जैसे चलने हिलने और घूम जानेवाली चीजके अन्दर स्थिर नहीं रह सकता इसीलिए इसके प्यालेको दो चूड़ियोंके अन्दर इस तरह रखते हैं कि यह प्याला उत्तर दक्षिण और पूर्व पश्चिम दिशावाले दो अक्षांशपर घूम सके। इसका असर यह होता है कि प्याला ही घूमकर रह जाता है चुम्बक बहुत कम घूमता है। अगरेजीमें इन दोनों चूड़ियोंको जिम्बल (gimbals) कहते हैं। यह जिम्बलोंपर रखा हुआ दिक्सूचकका बस उचित रीतिसे जहाजमें लटका दिया जाता है। यह केल्विनका (Kelvin) जहाजी दिक्सूचक कह-

लाता है। इन्होंने इसे दस वर्षकी महनतसे बनाया। दिक्सूचकके चुम्बकका पहला गुण तो यह होना चाहिये कि उसका चुम्बकीय अक्ष



चित्र न० ५३

सदैव एकही दिशामें रहे। इसकी दिशा बदल जानेसे कार्डके दिशाके चिह्न भूटे हो जाते हैं और दिशाका पताभी चलना असम्भव हो जाता है। इसलिए चुम्बक कई शक्तीके बनाये गये उनमेंसे एकभी सतोपजनक नहीं निकला। दूसरे, कौली और टोपीके चदवेमें कुछ न कुछ रगड़ अथवा ही रहती है जिसके कारण एक बार हट

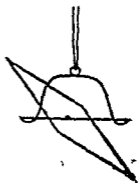
जानेपर चुम्बक फिर लौटकर अपने पहले स्थान-पर नहीं आता था। इससे भी दिशाके जाननेमें भंग पड जाता था। केलविनके जहाजी दिक्-सूचकके सब हिस्से इतने अच्छे बने हैं कि चुम्बक हिलनेके बाद  $1/8^{\circ}$  से अधिक कभी नहीं हटता है। केन्द्रकी प्रवृत्तता और दोनो केन्द्रोंकी दूरीका गुणक चुम्बकका चुम्बकीय घूर्ण कहलाता है। जितना यह बडा होता है उतना ही रगडका हटाव भी कम होता है। साधारण दिक्सूचकके चुम्बक दीर्घाकार मिलते हैं क्योंकि इनका चुम्बकीय घूर्ण बराबर दोभ्रवाले गोल या चौकोर चुम्बकोंके चुम्बकीय घूर्णसे २५ प्रतिशत अधिक होता है। तीसरे जहाजके चक्कर खानेके समय चुम्बक बहुत झूलना नहीं चाहिये। जहाजके चक्कर खानेके लिए १८ सेकड लगते हैं चुम्बकके झोटेका समय इससे जितना कम या इसके बराबर होता है उतना ही चुम्बक ज्यादा हिलता है। इसलिए झोटेके समयका बड़ा होना भी आवश्यक है। केलविनके दिक्सूचकके चुम्बकके झोटेका समय ४२ सेकडतक होता है इसलिए जहाजके चक्कर खानेके समय यह बहुत कम हिलता है।

पृथ्वीके मुख्य मुख्य स्थानोंका चुम्बकीय

हटाव निकाल लिया गया है और ऐसे नकशे बनाये गये हैं जिनमें समान हटाववाले स्थानों-को मिलाती हुई रेखाएँ खँच दी गयी हैं। इनसे जहाज चलानेवालोंको बड़ी मदद मिलती है। इनकी सहायतासे उनको प्रत्येक स्थानपर दिशा-का पता चल जाता है। बहुतसे स्थान ऐसे हैं जहा हटाव बिल्कुल नहीं है। अर्थात् चुम्बकीय अक्ष उत्तर दक्षिण दिशामें रहता है ऐसे स्थानों-मेंसे जो रेखा खँची जाती है उसे बिना हटावकी रेखा कहते हैं।

### १०—चुम्बकीय भुकाव और भुकाव सूचक

दिग्सूचकका चुम्बक उर्ध्व अक्षपर क्षितिज धरातलमें रहता है। परन्तु चुम्बकमें टोपी न लगाकर एक गोल तारका टुकड़ा डोरुलें और इसको एक आकार पर इस प्रकार रखें कि यह तार क्षितिज अक्षका कामदे और चुम्बक उर्ध्वतलमें स्वतंत्रतापूर्वक घूम सके (जैसा चित्रमें दिखाया गया है) तो आप देखेंगे कि यह चुम्बक



चित्र न० ५४



सीधा कभी नहीं रहता किन्तु थोडासा झुका हुआ टहरता है। इसका कारण अक्षका बीचों बीच न लगाना नहीं है, चुम्बक बनानेके पहले अक्ष लगाकर अच्छी तरहसे देख लो कि यह सीधा रहता है। चुम्बक बनाओ और आधापर रक्खो अब सीधा नहीं रहता। चुम्बकके बीचमेंसे जो क्षितिज रेखा खँची जावे उसके और चुम्बकके चुम्बकीय अक्षके बीचमें जो कोण होता है उ से चुम्बकीय झुकावका कोण कहते हैं। प्रयागमें झुकाव  $४६^{\circ}$  है। जैसे हटावका कोण प्रत्येक स्थानपर एक नहीं होता है उसी प्रकार यह झुकावका कोण भी हर एक स्थानपर एक ही नहीं होता है। कुछ स्थान पृथ्वीपर ऐसे हैं जहाँ झुकाव विलकुल नहीं होता है उन स्थानोंको जोड़ती हुई जो रेखा नक्षत्रपर खँची जाती है उसे चुम्बकीय भूमध्यरेखा कहते हैं। समान झुकाववाले स्थानोंको जोड़ती हुई जो रेखा खँची जाती है उनको चुम्बकीय शरसमानान्तर रेखा कहते हैं। चुम्बकीय भूमध्यरेखा और शरसमानान्तर रेखाएँ भूमध्य और शरत्समानान्तर रेखाओंकी तरह सीधी नहीं होती हैं किन्तु टेढ़ी मेढ़ी होती हैं।

चुम्बकीय भूमध्यरेखाके उत्तरमें उत्तरी सिरा

नीचे और दक्षिणी सिरा ऊपर रहता है पर इस रेखाके दक्षिणमें उत्तरी सिरा ऊपर और दक्षिणी सिरा नीचे हो जाता है। जिस स्थानपर यह भुकाव सूचक चुम्बक बिलकुल सीधा खड़ा हो जाता है और उत्तरी सिरा नीचे होता है उस स्थानको पृथ्वीका उत्तरी चुम्बकीय ध्रुव कहते हैं और जहा दक्षिणी सिरा नीचे होता है उसको पृथ्वीका दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव कहते हैं। उत्तरी ध्रुवपर सर जेम्स रोस (Sir James Ross) स० १८२७ में पहुँचे। इस ध्रुवके देशान्तर  $६६^{\circ}४३' पू$  और शर  $७३^{\circ}३१' उ$  है। दक्षिणी ध्रुवपर सर अरनेस्ट शेकल्टन ( Sir Ernest Shackleton ) स० १९६५ विक्रमीको पहुँचे। इस ध्रुवके देशान्तर  $१५५^{\circ} १६' पू$  और शर  $७२^{\circ} २५' द$  है। इससे स्पष्ट है कि दोनों ध्रुव पृथ्वीके व्यासके सिरेपर नहीं हैं। उत्तरी ध्रुवका शर  $७३^{\circ}३१' उ$  की वजाय  $७३^{\circ} उ$  मान लें और इसी प्रकार दक्षिणी ध्रुवका शर  $७०^{\circ}२५' द$  की वजाय  $७३^{\circ} द$  मान लें तो  $७३^{\circ} उ$  और  $७३^{\circ} द$  को जोड़ती हुई जो रेखा खींची जावे उसे चुम्बकीय अक्ष कहेंगे और पृथ्वीकी चुम्बकीय अक्ष और अक्षमें  $१७^{\circ}$  का कोण होगा।

भुकावमापक चित्र ५५ में दिया जाता है—

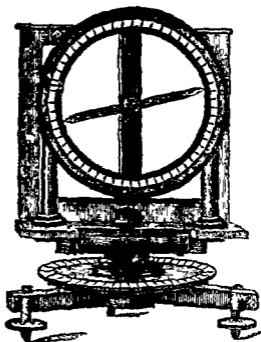
सीधा कभी नहीं रहता किन्तु थोडासा झुका-हुआ ठहरता है। इसका कारण अक्षका बीचों बीच न लगाना नहीं है, चुम्बक बनानेके पहले अक्ष लगाकर अच्छी तरहसे देख लो कि यह सीधा रहता है। चुम्बक बनाओ और आधागपर रक्खो अब सीधा नहीं रहता। चुम्बकके बीचमेंसे जो क्षितिज रेखा खँची जावे उसके और चुम्बकके चुम्बकीय अक्षके बीचमें जो कोण होता है उ से चुम्बकीय झुकावका कोण कहते हैं। प्रयागमें झुकाव  $४६^{\circ}$  है। जैसे हटावका कोण प्रत्येक स्थानपर एक नहीं होता है उसी प्रकार यह झुकावका कोण भी हर एक स्थानपर एक ही नहीं होता है। कुछ स्थान पृथ्वीपर ऐसे हैं जहां झुकाव विलकुल नहीं होता है उन स्थानोंको जोड़ती हुई जो रेखा नक्षत्रपर खँची जाती है उसे चुम्बकीय भूमध्यरेखा कहते हैं। समान झुकाववाले स्थानोंको जोड़ती हुई जो रेखा खँची जाती है उनको चुम्बकीय शरसमानान्तर रेखा कहते हैं। चुम्बकीय भूमध्यरेखा और शरसमानान्तर रेखाएं भूमध्य और शरसमानान्तर रेखाओंकी तरह सीधी नहीं होती हैं किन्तु टेढ़ी मेढ़ी होती हैं।

चुम्बकीय भूमध्यरेखाके उत्तरमें उत्तरी सिंहा

नीचे और दक्षिणी सिरा ऊपर रहता है पर इस रेखाके दक्षिणमें उत्तरी सिरा ऊपर और दक्षिणी सिरा नीचे हो जाता है। जिस स्थानपर यह भुकाव सूचक चुम्बक बिलकुल सीधा खड़ा हो जाता है और उत्तरी सिरा नीचे होता है उस स्थानको पृथ्वीका उत्तरी चुम्बकीय ध्रुव कहते हैं और जहां दक्षिणी सिरा नीचे होता है उसको पृथ्वीका दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव कहते हैं। उत्तरी ध्रुवपर सर जेम्स रोस (Sir James Ross) स० १८४७ में पहुँचे। इस ध्रुवके देशान्तर  $६६^{\circ}४३'$  पू और शर  $७३^{\circ}३१'$  उ है। दक्षिणी ध्रुवपर सर अरनेस्ट शेकल्टन (Sir Ernest Shackleton) स० १९६५ विक्रमीको पहुँचे। इस ध्रुवके देशान्तर  $१५५^{\circ} १६'$  पू और शर  $७२^{\circ} २५'$  द हैं। इससे स्पष्ट है कि दोनों ध्रुव पृथ्वीके व्यासके सिरेपर नहीं हैं। उत्तरी ध्रुवका शर  $७३^{\circ}३१'$  उ की वजाय  $७३^{\circ}$  उ मान लें और इसी प्रकार दक्षिणी ध्रुवका शर  $७२^{\circ}२५'$  द की वजाय  $७३^{\circ}$  द मान लें तो  $७३^{\circ}$  उ और  $७३^{\circ}$  द को जोड़ती हुई जो रेखा खींची जावे उसे चुम्बकीय अक्ष कहेंगे और पृथ्वीकी चुम्बकीय अक्ष और अक्षमें  $१७^{\circ}$  का कोण होगा।

भुकावमापक चित्र ५५ में दिया जाता है—

इसमें चुम्बक क्षितिज अक्षपर रक्खा हुआ ऊर्ध्व तलमें घूम सकता है। एक ऊर्ध्व घेरा है जिसमें कोण बने हैं। चुम्बक और घेरा एक ही ऊर्ध्वतलमें है और वकसके अन्दर बन्द है। वकस एक ऊर्ध्व अक्षपर घूमता है। क्षितिज अङ्कित घेरा (कोणवाला) वकसके नीचे लगा हुआ है। इस घेरेपर वकसमें लगा हुआ एक सूचक घूमता है जिससे वकसके स्थिति जाननेमें सुभीता होता है।



चित्र न० ५५



भागोंपर झुकता है और सिरोंपर विलकुल सीधा सडा हो जाता था। लोगोंका मत था कि दिक्सूचकका चुम्बक उत्तर दक्षिण दिशामें इसलिए रहता है कि ध्रुव तारा उसको खेंचता है। डाकूर गिलवर्ट के इस प्रयोगसे यह मत बदल गया और पृथ्वीके चुम्बकत्वकी खोज अधिक होने लगी। स० १८५७ में हेलीने ( Halley ) पहले पहल सम हटाव वाली रेखाएँ नकशेपर खेंची, इनकी शकल देखकर हैंस्टीनने ( Hansteen ) यह फल निकाला कि पृथ्वीके चार ध्रुव हैं, दो उत्तरी और दो दक्षिणी। इनमेंसे दो प्रबल और दो दुर्बल हैं। उनके स्थान हैंस्टीनके निकाले हुए नीचे दिये जाते हैं।

	शर	देशान्तर
प्रबल उत्तरी ध्रुव	७०°५' उ	६६° ७५' पू
दुर्बल "	८५°०१' उ	११८°३६' पू
प्रबल दक्षिणी ध्रुव	६६°२६' द	१३८ ३५' प
दुर्बल "	७७°१७' द	१२°५७' प

समहटाववाली रेखाएँ जहाजके चलानेवालोंको लाभदायक हैं किन्तु पृथ्वीके चुम्बकत्वका हाल इनसे ठीक ठीक नहीं मालूम हो सकता। इसलिए ड्युपरेने ( Duperry ) चुम्बकीय याम्योत्तर खेंचे। जिन स्थानोंपर सब याम्योत्तर

रखो। छोटे चुम्बकके सिरोंके पास एक धारीक पेंसलकी नोकसे दो विन्दु बना लो जैसा चित्र में दिखलाया गया है। छोटे चुम्बकको इस स्थानसे हटाओ और दूसरे स्थानपर इस तरह रखो कि उत्तरी सिरके सामनेवाला चिन्ह दक्षिणी सिरके सामने हो जावे। इस स्थानपर चुम्बकको रखकर उत्तरी सिरके सामने एक चिन्ह बना लो। चुम्बकको दक्षिणी सिरकी ओर हटाते चलो और इस तरह रखते चलो कि उत्तरी सिरके सामनेवाला चिन्ह दक्षिणी सिरके सामने आता जावे। जब रखे हुए चुम्बकके दक्षिणी सिरके निकट पहुँच जाओ, छोटे चुम्बकको उठा लो और चिन्हको जोड़ती हुई रेखाएँ खँचो। इसके बाद इन छोटी छोटी रेखाओंके बीचके विन्दुपर स्पर्श करती हुई एक रेखा खँचो यह शक्तिकी रेखा हुई। अब इसकी परिभाषा इस प्रकार दी जा सकती है।

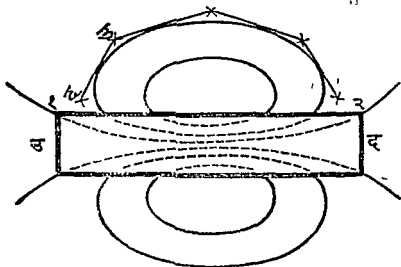
शक्तिकी रेखा ऐसी रेखा होती है जिसके प्रत्येक विन्दुपर की स्पशरेखा शक्तिकी दिशा बतलाती है।

शक्तिकी बहुत सी रेखाएँ क्षेत्रमें खींची जा सकती हैं जैसा कि चित्रोंमें दिखलाया गया है। उत्तरी सिरा दक्षिणकी ओर और दक्षिणी सिरा उत्तरकी ओर बदलनेसे इनका आकार बदल जावेगा।



उनसे बहुत काम पड़ता रहता है। उसके तत्व ये शक्ति और अवस्था की ( potential ) रेखाएँ।

किसी स्थानपर रखे हुए चुम्बकका असर जितनी हदतक और चुम्बकोपर पड़े उस हदके अन्दरकी जगहको चुम्बककी चुम्बकीय शक्तिका क्षेत्र कहते हैं। इस क्षेत्रके अन्दर जो रेखाएँ इस प्रकार खँची जायें उनको शक्तिकी रेखाएँ कहते हैं- चुम्बकको एक बड़े कागजके टुकड़ेपर चुम्बकीय उत्तर दक्षिण दिशामें रक्खो। या तो तागेसे लटका हुआ एक छोटासा चुम्बक या एक छोटा दिक्सूचक चुम्बकके उत्तरी सिरेके पास एक स्थानपर

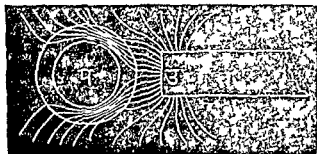
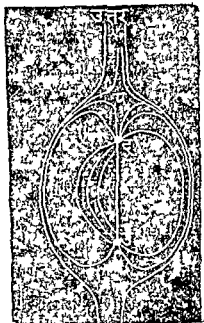


चित्र ५६

इन रेखाओंसे समकोण बनाती हुई जो रेखाएँ खँची जावें उनको श्रवस्था रेखाएँ (potential lines) कहते

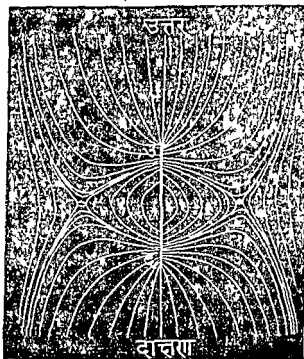
हैं। छोटे छोटे दिक् सूचकों में जो इन रेखाओंके खँचनेके काममें आते हैं बहुधा एक छोटासा सूचक चुम्बकसे समकोण बनाता हुआ लगा देते हैं। जैसे चुम्बकसे शक्तिमी

चित्र २६



चित्र २६—इस वृत्तके भीतर बल रेखाएँ नहीं हैं।

[चित्र ५८] वास्तवमें इन रेखाओंका आकार  
 जरासे परिवर्तनसे बदल जाता है [चित्र ६०]।  
 एक लोहेका टुकड़ा पाम खानेसे कुछ और ही हो  
 जावेगा। [चित्र ५६]



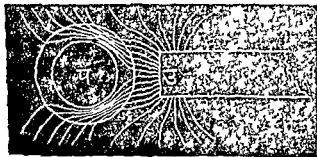
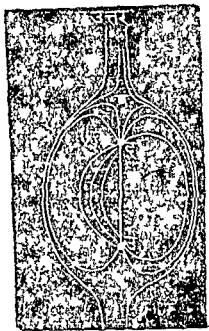
चित्र ५७

चित्र ५६ में छोटी छोटी रेखाएँ शक्तिकी  
 रेखाकी स्पर्श रेखाएँ हैं और, जिस बिन्दुपर सँची  
 गयी हैं उसपर शक्तिकी दिशाएँ सूचित करती हैं।

इन रेखाओंसे समकोण बनाती हुई जो रेखाएँ खँची जावें उनको श्रवस्था रेखाएँ (potential lines) कहते

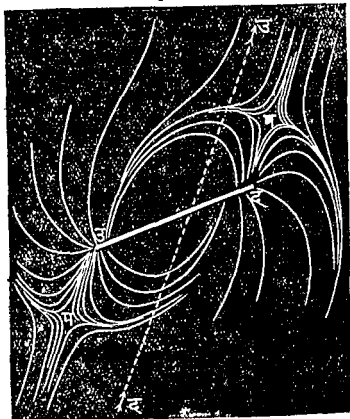
हैं। छोटे छोटे दिक् सूचकों में जो इन रेखाओंके खँचनेके काममें आते हैं वहुधा एक छोटासा सूचक चुम्बकसे समकोण बनाता हुआ लगा देते हैं। जैसे चुम्बकसे शक्ति

चित्र २६



चित्र २६-इस चित्रके भीतर बल रेखाएँ नहीं हैं।

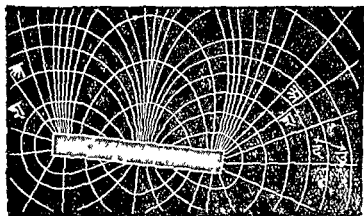
रेखा खँचते है उसी प्रकार सूचकसे अवस्था  
 'रेखाएँ' खँचते हैं। चित्र ६१ में 'अ' अवस्थाकी और 'श'  
 शक्तिही रेखाएँ हैं।



चित्र ६०

इन रेखाओंका पूरा पूरा महत्व तो बिना डाइ-  
 नमो और मोटरोकी यनावटका हाल जाने नहीं  
 मालूम होगा। यहा इनके महत्वके संबंधमें इतना

हो कहना काफी है कि इनकी सहायतासे गैस पृथ्वीके ध्रुवोंका स्थान पहलेसे बता सके। ऐसा माना जाता है कि यह शक्तिकी रेखाएँ उत्तरी सिरेसे हवामें निकलती हैं और दक्षिणी सिरेसे चुम्बकके अन्दर जाती हैं। यह कभी टूटती नहीं यह बड़ और ये सिरोवाली मानी जाती हैं। जैसे



चित्र ६१

चित्र ५६ में १से लेकर २ तक हिस्सा बाहर और २ से लेकर १ तक हिस्सा लोहेके अन्दर है। बीचके थोड़ेसे हिस्सेपर रेखाएँ हं ही नहीं। यह हिस्सा चुम्बकत्व रहित मालूम पड़ता है। जैसा पहले देखा चुके हैं इस हिस्सेमें लोहेके छोटे छोटे टुकड़े नहीं चिपटते हैं। जब यह रेखाएँ बाहर निक-

लती हैं तब चुम्बकत्व जान पड़ता है। रेखाओंके निकलनेको उनका विकीरण कहते हैं। बीचके हिस्सेमें विकीरण नहीं होता है।

उत्तरी या दक्षिणी सिरेके पास लोहेका टुकड़ा रखनेसे जो रेखाएँ बहुत फैली हुई होती हैं इकट्ठी हो जाती हैं और यह टुकड़ा चुम्बकके जितना निकट होता है उतनी ही अधिक रेखाएँ इकट्ठी अर्थात् घनी होती हैं [ चित्र ५६ ]। जो चार चुम्बकोंका एक चौखटा उनके विपमजातीय सिरे मिलाकर बनाया था और यह बतलाया था कि ऐसे चौखटेमें चुम्बकत्वका पता नहीं चलेगा, इसका कारण यह है कि ऐसे चौखटेमें बहुत कम शक्तिकी रेखाएँ बाहर निकलेंगी। वह एकसे दूसरे दूसरेसे तीसरे तोसरेसे चौथेमें और चाथेसे पहलेमें चली जावेंगी और जिस चूडीमें रेखाएँ अक्षरके समानांतर हों उसमें तो चुम्बकत्वका पता चलना बिना काटे विलकुल ही असम्भव है।

लोहेके टुकड़ेको चुम्बकके स्पर्शसे चुम्बक बनाते समय उस टुकड़ेके वेतरतीय अणु चुम्बकोंको चुम्बककी शक्तिकी रेखाओंसे उनकी दिशामें फेर देते हैं और जितनी रेखाएँ घनी होती हैं उतना ही चुम्बक प्रबल और जलदी बनता है।

पृथ्वीसे चुम्बक बनानेकेलिए लोहेके टुकडेको भुकावसूचककी दिशामें रखकर हथोडेसे ठोकना चाहिए क्योंकि भुकावसूचक शक्तिकी रेखाकी दिशामें होता है और इस दिशामें छुड़ रखकर ठोकनेसे अणु चुम्बक बहुत जल्दी शक्तिकी दिशामें आ जावेंगे ।

ऊपरी दी हुई रीतिसे एक एक रेखा खँचनी पडतीहै और जब क्षेत्रमें बहुतसी रेखाएं खिच जाती हैं तब उनका हाल मालूम होता है परन्तु एक शीशेके बडे टुकडेपर चुम्बक रखकर और लोहेके छोटे छोटे टुकडोंको उसपर बुरकर एक ही दममें सयका अनुमान हो सकता है । यह छोटे छोटे टुकडे शक्तिकी रेखाएं बनाकर चुम्बकके चारो ओर जम जाते हैं यदि शीशेको गरमकर कर जरा मोम उसपर फेला लें तो ठडे होनेके बाद यह टुकडेशक्तिकी रेखाओके स्थानोंमें जम जावेंगे और सडेवकेलिए रेखाएं बन जावेंगी ।

जो स्थान उत्तरी सिरके निकट हवामें होते हैं वह उच्चअवस्थाके (at higher potential) माने जाते हैं और जितने उससे दूर होते जाते हैं उतनी ही उनका अवस्था (potential) गिरती जाती है, यहां तक कि जो स्थान अनन्ततापर (infinity)



होता है उसकी अवस्था ० मानी जाती है। जितना काम एक इकाई प्रचलतावाले सिरेको अनन्ततासे एक स्थानपर निराकरणके मुकाबिलेमें लानेमें करना पडता है वही उस स्थानकी अवस्थाका माप होता है। हमको बहुधा दो स्थानोंकी अवस्था भेदसे काम पडता है। किसी स्थानकी अवस्था जानना बहुत आवश्यक नहीं। दो स्थानोंकी अवस्था भेद उस कामके बराबर है जो एक इकाई प्रचलतावाले उत्तरी सिरेको एक स्थानसे दूसरे स्थानतक निराकरणके मुकाबिले करना पडता है।

## १२-चुम्बकोय नाप तौल ।

चुम्बकत्व के चारे में जितना ऊपर दिया गया है, उसमें केवल कुछ प्रयोग देकर यह बतला दिया गया है कि उनके द्वारा जाची हुई बातोंसे चुम्बकीय नाप तौल कैसे की जाती हैं, पर यह नहीं बतलाया गया है कि किसी प्रयोग से कोई विशेष परिणाम क्यों और किन सिद्धान्तोंके अनुसार निकाला जाता है। यहापर इन मौलिक सिद्धान्तोंका उल्लेख ही उद्दिष्ट है जिनको

समझकर प्रयोगोंके सब अनुष्ठान समझमें आ जायगे ।

स्वतंत्र लटके हुए चुम्बकपर क्या प्रभाव पडता है ?

जब किसी चुम्बकको किसी अक्षपर आरुढ़ कर देते हैं और उसके निकटसे अन्य चुम्बक या लोहेके टुकडे हटा लेते हैं, उसपर केवल पृथ्वीकी चुम्बकीय शक्ति ही प्रभाव डालती है । इस शक्तिका पूर्ण रूपसे प्रभाव चुम्बकपर तभी पड सकता है जब चुम्बककी चुम्बकीय अक्ष भुकाव-सूचकके समानान्तर हो । यदि अक्ष समानान्तर न होगी तो पूर्ण रूपसे प्रभाव नहीं पडेगा, जैसे यदि अक्ष समतल या ऊर्ध्व हो तो पृथ्वीकी शक्तिके केवल समतल या ऊर्ध्व अवयवका ही प्रभाव पडेगा ।

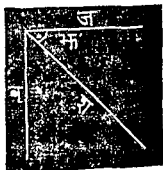
पृथ्वीके चुम्बकत्वके समतल अवयवका महत्त्व

प्राय चुम्बकको इस प्रकार रखना या लटकाना सुगम है कि उसकी चुम्बकीय अक्ष समतल रहे । अतएव पृथ्वीकी चुम्बकीय शक्तिके समतल अवयवसे ही काम पडता रहता है और इसीका मालूम करना भी हमारे लिए आवश्यक है ।

समतल अवयवसे पृथ्वीकी पूर्ण चुम्बकीय शक्ति निकालनेकी विधि

दूसरे त्रिकोणमिति के नियमोंकी सहायतासे

इस समतल अवयवके मालूम होनेसे ऊर्ध्व अवयव और पूर्ण शक्ति भी मालूम हो सकती हैं। मान लो पूर्ण शक्ति श है और ज इसका क्षितिज और व ऊर्ध्व अवयव है। श और ज के बीचका कोण भु भुकावका कोण हुआ। यह भुकाव सूचकसे मालूम किया जा सकता है। [ देखो चित्र ६२ ]



चित्र ६२

$$\frac{ज}{श} = \text{कोज्या भु}$$

$$श = \frac{ज}{\text{कोज्या भु}}$$

$$= ज \times \text{छेदनरेखा भु}$$

इस समीकरणसे पूर्ण शक्ति निकाली जा सकती है। ऊर्ध्व अवयव निकालनेके लिए—

$$\frac{व}{ज} = \text{स्पर्शरेखा भु}$$

$$व = ज \times \text{स्पर्शरेखा भु}$$

(१) चुम्बकीय प्रभावके समतल अवयवके नापनेकी रीति-मान लो कि चुम्बकत्वमापकका चुम्बक व<sub>१</sub> द<sub>१</sub> है। यदि इसके केन्द्रकी प्रबलता प<sub>१</sub> मान

लें और पृथ्वीकी चुम्बकत्वके प्रभावका समतल अवयव  $m$  की बराबर हो तो चुम्बकके प्रत्येक सिरेपर  $\frac{m}{r}$  प्र शक्ति काम करेगी। इनमेंसे एककी दिशा उत्तर और दूसरेकी दक्षिण है, अतएव यह बराबरकी दो शक्तियां विपरीत समानान्तर दिशाओंमें काम करती हुई युगल बनाती है।

इसका प्रायोगिक प्रमाण यह हो सकता है कि एक पीतलके बड़े प्यालेमें पानी भरकर उसमें एक काग छोड़ दो, काग पानीमें तैरता रहेगा। इस काग पर एक हलका चुम्बक रखो जिससे काग चुम्बक सहित तैरता रहे। यदि चुम्बककी दिशा उत्तर दक्षिण न होगी तो काग घूमकर केवल उत्तर दक्षिण दिशामें आ ठहरेगा परन्तु अपनी जगहसे तनिक भी न हटेगा। दूसरे, चुम्बक बनानेके पश्चात् लोहे के छड़के बोझमें कोई भेद नहीं पड़ता। इसलिये जितना एक सिरा खिचता है उतना ही दूसरा हटता है। यदि एक छोरपर दूसरेकी अपेक्षा अधिक शक्ति काम करती तो चुम्बकका बोझ बढ़ जाना चाहिये था।

यदि इस चुम्बकके दोनों केन्द्रोंके अन्तरको  $d$  मान लें और चुम्बकको घुमाकर इस प्रकार

रख दें कि इसकी अक्ष शक्तिकी दिशाके साथ सम कोण बनावे तो उस युगलका घूर्ण जो इसको शक्तिकी दिशामें घुमाकर लानेका यत्न करेगा  $d_2$  प्र  $p_2$  के बराबर होगा। पर  $d_2$   $p_2$  चुम्बक का चुम्बकीय घूर्ण है इसलिए

$$\begin{aligned} \text{इस युगलका घूर्ण} &= \text{प्र} \times \text{चुम्बकीय घूर्ण} \\ &= \text{प्रभावका समतल अवयव} \\ &\quad \times \text{चुम्बकीय घूर्ण} \end{aligned}$$

यदि प्रभावका समतल अवयव इकाईकी बराबर हो तो युगलका घूर्ण चुम्बकीय घूर्णके बराबर होगा। इसलिए चुम्बकीय घूर्णकी परिभाषा इस प्रकार दी जा सकती है।

चुम्बकका चुम्बकीय घूर्ण उस युगलके घूर्णके बराबर है जो इकाई प्रभावके क्षेत्रम स्वतंत्रतापूर्वक घूमनेवाले चुम्बकको क्षेत्रकी दिशासे समकोण बनाता हुआ ठहरा सकता है।

यह परिभाषा पहले दी हुई परिभाषासे बहुत ही उत्तम है, क्योंकि इस युगलके घूर्णका नापना, केन्द्रोंके पता चलाने और उनकी बीचकी दूरी नापनेसे बहुत सुगम है। चुम्बकत्वमापकके गजपर उसके दिक्सूचकके पूर्व अथवा पश्चिममें व द एक चुम्बक जिसके केन्द्रोंकी प्रवलता  $p$   $p$  की बराबर और उनके बीचकी दूरी  $2l$  के

बराबर हो इस प्रकार रखो कि उसकी अक्ष पूर्व पश्चिम हो।

मान लो कि दोनो चुम्बकोके मध्य विन्दुओंकी दूरी  $d$  के बराबर है। इस चुम्बकके रखनेसे दिक्-सूचकका चुम्बक थोडासा हट जायगा। (चुम्बक इतनी दूरीपर रखना चाहिए कि यह हटाव  $4^\circ$  या  $7^\circ$  से अधिक न हो।) मान लो कि दिक्सूचक  $u_1$   $d_1$  स्थानमें ठहरा है और हटावका कोण  $k^\circ$  के बराबर है। इस हटी हुई जगहमें दिक्सूचकपर दो युगल लगे हुए हैं। इनमें से एक पृथ्वीके चुम्बकत्वके कारण पैदा हुआ है और दि०सू०को पहले स्थानपर लाना चाहता है। दूसरा इस चुम्बकके रखनेसे उत्पन्न हुआ है और दि०सू० को उसकी जगहसे हटाता है। दि०सू०के ठहरनेपर इन दोनोके घूर्ण बराबर होने चाहिए। पृथ्वीवाले युगलका घूर्ण बराबर है

$$= p_1 \times m \times u_1$$

$$= p_1 \times m \times d_2 \times \text{ज्याक}, [\text{क्योंकि } u_1 = d_2 \times \text{ज्याक}]$$

$= m \times c_1 \times \text{ज्याक}$ , जहा  $c_1$  चुम्बकीय घूर्ण-केलिय लिखा गया है, जो  $p_1$  और  $d_2$  के गुणन फलकी बराबर है। [देखिये चित्र ६३]

$$= \frac{2 \text{ च} \times \text{च}_1 \times \text{द}}{(\text{द}^2 - \text{ल}^2)^2} \times \text{कोज्या क}$$

और यदि द के मुकाबिले ल छोटा हो तो

$$= \frac{2 \text{ च} \text{ च}_1 \times \text{द}}{\text{द}^3} \times \text{कोज्या क}$$

$$= \frac{2 \text{ च} \text{ च}_1}{\text{द}^2} \text{कोज्या क} \quad (2)$$

जैसा कि ऊपर कह आये हैं दोनों युगलोंके घूर्णन बराबर हैं, इसलिए  $\text{च}_1$  में जया क  $= 2 \frac{\text{च} \text{ च}_1}{\text{द}^2}$

$\times$  कोज्या क, समीकरण (१) और (२) से

$\text{च}_1$  दोनों तरफ होनेसे कट जाता है इसलिए

$$\frac{१}{२} \text{ प्र } \frac{\text{ज्या क}}{\text{कोज्या क}} \text{ द}^२ = \text{च}$$

$$\text{अथवा } \frac{१}{२} \text{ द}^२ \text{ स्पर्श क} = \frac{\text{च}}{\text{प्र}} \quad (३)$$

इस समीकरणके दाईं तरफ वाली सब राशियां मालूम हैं इसलिए दाईं तरफवाली दो राशियोंमेंसे एक मालूम होनेसे दूसरी मालूम हो सकती है।

यदि चुम्बकीय घूर्ण मालूम न हो तो एक दूसरा समीकरण इस प्रकार निकाला जाता है। कम्पन घड़के अन्दर भूलते हुए चुम्बकके मोटेका समय इस समीकरणसे निकलता है।

$$s \text{ (समय)} = 2\pi \sqrt{\frac{\text{मात्रा घूर्ण}}{\text{चम}}}$$

च और म चुम्बकीय घूर्ण और क्षेत्रके प्रभावके लिए लिखे गये हैं और मात्राका घूर्ण चुम्बकके आकार और भूलनेकी अक्षपर निर्भर है। यदि चुम्बकका आकार चाँकोर दडका सा हो और मोटाईके समानान्तर अक्षपर भूलता हो तो उसके मात्राका घूर्ण =

$$\text{चुम्बककी मात्रा} \times \frac{(\text{लम्बाई})^2 + (\text{चौड़ाई})^2}{12}$$

और यदि चुम्बकका आकार गोल दडका सा हो तो =

$$\text{चुम्बककी मात्रा} \times \left( \frac{(\text{लम्बाई})^2}{12} + \frac{(\text{व्यास})^2}{16} \right)$$

म से मात्राके घूर्णको सूचित कर के इस समीकरणको इस प्रकार लिख सकते हैं।

$$s = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\text{चम}}}$$



$$\text{अथवा } s^2 = \frac{4\pi^2}{c^2} \times \frac{m}{4\pi}$$

$$\text{अथवा } c^2 = \frac{4\pi^2 m}{s^2} \quad (४)$$

इस समीकरणको तीसरे समीकरणसे भाग देनेसे "  $m^2$  " निकल आता है।

$$c^2 / \frac{c}{m} = \frac{4\pi^2 m}{s^2} / \frac{1}{m} \quad \text{दर } \text{स्पर्श क}$$

यहां  $c$  तो कट जायगा और

$$m^2 = \frac{4\pi^2 m}{s^2} \quad \text{स्पर्श क}$$

इन दोनों समीकरणोंको गुणा करनेसे  $m$  कट जायगा और  $c^2$  निकल आवेगा। इस प्रकार चुम्बकीय घूर्ण और शक्तिका प्रभाव निकल आते हैं।

(२) पेंठनतुलासे चुम्बकीय प्रबलताओंकी तुलना करना

पेंठन तुलासे चुम्बकीय प्रबलताओंकी तुलना करनेकेलिए एक चुम्बकको पहले रकावमें रखकर तारका ऊपरकी सिरा घुमाया जाता है जबतक कि चुम्बक थोड़ासा हट न जावे। मान लो

चुम्बकको  $k^{\circ}_1$  अश हटानेकेलिए ऊपरवाले सिरकेको  $k^{\circ}$  अश घुमाना पडा तो तारमें  $k^{\circ}-k^{\circ}_1$  ऐ ठन रही ।

इस ऐँठनके युगलका घूर्ण =

$$(k^{\circ}-k^{\circ}_1) \times s \quad (१)$$

[ इन समीकरणोंमें स एक स्थिर सख्या है । ]

और हटी हुई अवस्थामें पृथ्वीवाले युगलका घूर्ण = च म ज्या  $k_1$  (२)

जहां चुम्बकीय घूर्ण च के बराबर और शक्ति-का प्रभाव म के बराबर है ।

इसी प्रकार यदि दूसरे चुम्बकको  $k^{\circ}_2$  हटानेकेलिए तारके सिरकेको  $k^{\circ}_2$  घुमाना पडे तो इसके सम्बन्धी युगलोंके घूर्ण =  $(k^{\circ}_2 - k^{\circ}_1) \times s$  और च  $k_1$  म ज्या  $k_1$  जहां इसका चुम्बकीय घूर्ण च  $k_1$  के बराबर है ।

इनमेंका प्रत्येक चुम्बक अपने नये स्थानपर साम्यावस्थामें है इसलिये प्रत्येकपर लगे हुए दोनो युगलोंके घूर्ण बराबर होने चाहियें ।

$$(k^{\circ}_2 - k^{\circ}_1) \times s = च_1 म ज्या  $k_1$  (३)$$

और

$$[k^{\circ} - k^{\circ}_1] \times s = c \text{ प्रज्या } k_1 \quad (4)$$

(३) को (४)से भाग देने से

$$\frac{c_1}{c} = \frac{k^{\circ}_2 - k^{\circ}_1}{k^{\circ} - k^{\circ}_1}$$

चुम्बकीय धूर्णोंकी तुलना इस प्रकार हो सकती है। यदि दोनो चुम्बकोंके केन्द्रोंके बीचकी दूरी एक ही हो तो प्रचलताओंका भी यही सम्बन्ध होगा।

(३) चुम्बकत्वमापकसे प्रचलताओंकी तुलना करना

किसी चुम्बकको चुम्बकत्व मापकपर रखनेसे यह समीकरण मिलता है, जैसा पृष्ठ ११८ पर सिद्ध कर चुके हैं—

$$\frac{1}{2} d^3 \text{ स्पर्श } k = \frac{c}{m}$$

और इसी प्रकार दूसरेको (यदि बराबर लम्बा चौड़ा हो) रखनेसे मिलता है।

$$\frac{1}{2} d^3 \text{ स्पर्श } k_1 = \frac{c_1}{m} \quad (2)$$

(१) को (२) से भाग देनेसे चुम्बकीय धूर्णोंका सम्बन्ध मालूम हो जाता है।

$$\frac{\text{स्पर्श क}}{\text{स्पर्श क}_1} = \frac{\text{च}}{\text{च}_1}$$

(४) चुम्बकोंकी प्रनलताओंका मुकाबिला भौटोंका समय निकाल कर करना ।

एक चुम्बकके भौटेका समय

$$s = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\text{च प्र}}} \quad (१)$$

यदि "म" इसके मात्राका घूर्ण और च चुम्बकीय घूर्ण हो तो । इसी प्रकार दूसरेके भौटेका समय

$$s_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{\text{च प्र}}} \quad \text{यदि } m_1 \text{ दूसरे चुम्बकके}$$

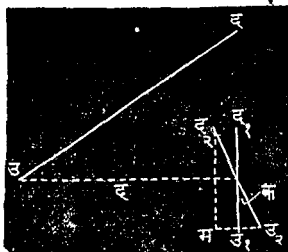
मात्राका घूर्ण और 'च<sub>१</sub>' इसका चुम्बकीय घूर्ण हो।

$$(१) \text{ को } (२) \text{ से भाग देनेसे } \frac{s}{s_1} = \sqrt{\frac{m \text{ च}_1}{m_1 \text{ च}}}$$

यदि दोनों चुम्बकानी लम्बाई चौड़ाई और बोझ बराबर हो तो म और म<sub>१</sub> बराबर होकर कट जावेंगे और च और च<sub>१</sub> की तुलना हो जावेगी ।

(५) दो सिरामें आवर्षण, अथवा निराकरणकी शक्ति दूरोके वर्गके साथ विपरीत समध रखती है ।

चुम्बकत्वमापकसे इस नियमकी जांच करते समय चुम्बकको इस प्रकारसे रखा था कि उसका एक सिरा क्षितिज धरातलमें था और दूसरा दिक्सूचकके चुम्बकके बीचके ऊपर । जो युगल दिक्सूचकके चुम्बकको हटा देता है जिससे वह  $उ_२$   $द_२$  स्थानमें जाकर ठहरता है उसकी



$उ$   $द$  चुम्बक है,  $उ_१$   $द_१$  -दिक्सूचक है,  $द$ -दूरी है ।  $उ_२$   $द_२$  -दिक् सूचक की नई स्थिति ।

चित्र ६४

शक्तियां =  $\frac{पप_१}{द_२}$  और  $-\frac{पप_२}{द_२}$  हैं जहा  $प_१$  चुम्बकों-

के केन्द्रोंकी प्रवलताएँ है और चुम्बकका उत्तरी सिरा चुम्बकत्वमापकके केन्द्रसे दूरीपर है । इस युगलका घूर्ण

$$= \frac{p_1}{d^2} \times l \times \cos \alpha \text{ जहा क विचलनका कोण है}$$

और ल दिक्सूचकके केन्द्रोंके बीचकी दूरी है ।

पृथ्वीवाले युगलका घूर्ण =  $p_2 \times m \times l \text{ ज्या क}$

इन दोनों युगलके घूर्ण बराबर ह इसलिए

$$\frac{p_1}{d^2} \times l \times \cos \alpha = p_2 \times m \times l \text{ ज्या क,}$$

$b_1$  और ल कट जाते ह । इसलिए

$$\frac{p}{m} = d^2 \times \text{स्पर्श क}$$

$p$  और  $m$  तो दूरी बदलनेसे बदलते ही नहीं है, इसलिए इस नियमकी सत्यताकेलिए यह आवश्यक है कि दूरीकेवर्ग और विचलनकेकोणकी स्पर्शरेखाका गुणनफल एक ही रहै । यह उस प्रयोगमें सावित कर दिया गया था । जिस प्रकार नीचे रंगे हुए सिरसे क्षितिज धरातलमें युगल उत्पन्न हो जाता है, उसी प्रकार ऊपर वाले सिरैफी उपस्थितिसे ऊर्ध्वतलमें युगल उत्पन्न

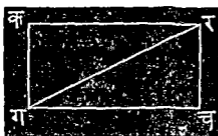
होता है, जिसका क्षितिज धरातलमें कोई असर नहीं होता है। यही इस रीतिका सबसे बड़ा उपयोग है।

## १३-परिशिष्ट

(१)

शक्तिके श्रवण

यह हम पहले बतला चुके हैं, कि यदि दो शक्तियां गच और गक एक बिन्दु ग पर मिलती हों और उनका परिमाण तथा दिशाएँ गक और गच रेखाओंसे सूचित की जाय, तो उनका लम्ब-परिमाण तथा दिशामें-गर द्वारा सूचित किया जायगा।



चित्र ६५

गर का परिमाण निकालना बहुत सुगम होता है, यदि कगच कोण सम कोण हो।

श्रव सोचिये

कि ग पर एक शक्ति लगी हुई है, जो परिमाण

तथा दिशामें गर द्वारा सूचित की जाती है। इस शक्ति का प्रभाव गच या गक दिशाओंमें क्या होगा?

स्पष्ट है कि जब गर, गच और गक का लब्ध है, तो गर का प्रभाव गच और कग के बराबर होगा।

इस प्रकार हम किसी शक्ति का प्रभाव किन्हीं दो दिशाओंमें, जो एक दूसरेसे समकोण बनाती हों, सहजमें ही निकाल सकते हैं।

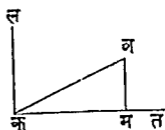
मानलो कि कय शक्तिके अवयव कत और कल दिशाओंमें निकालने ह।

यदि कोण व कत =  
क१, तो कक का अवयव

कत दिशामें

=कम

=कय कोज्या क१



इसी प्रकार कल

दिशामें कय का अवयव

=मव

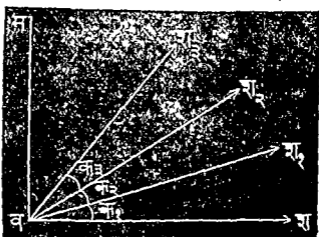
=कव ज्या क१

चित्र ६६

यदि केवल एक ही दिशामें किसी शक्तिका अवयव निकालना हो तो, शक्तिको उस कोणके कोज्या से गुणा करना चाहिये, जो शक्ति और उस दिशाके बीचमें हो।



यदि एक बिन्दु पर दो से अधिक शक्तियाँ लगी हों और उनकी दिशाएँ मालूम हों तो शक्तियों के अवयव दो दिशाओं में, जो एक दूसरे से



चित्र ६७

समकोण बनाती हों, निकाल कर उनके लब्धका परिमाण और दिशा निकालना सुगम है। मानलो एक बिन्दु व पर चार शक्तियाँ श, श<sub>१</sub>, श<sub>२</sub>, श<sub>३</sub> लगी हुई हैं। उनकी दिशाएँ चित्र में दी हुई हैं। शकी दिशाको तो एक नियत दिशा और वम को जो उससे समकोण बनाती है दूसरी दिशा मान लो। अब

यश दिशामें श का अवयव = श

" श<sub>१</sub> " = श<sub>१</sub> कोज्या क<sub>१</sub>

" श<sub>२</sub> " = श<sub>२</sub> कोज्या [ क<sub>१</sub> + क<sub>२</sub> ]

" श<sub>३</sub> " = श<sub>३</sub> कोज्या [ क<sub>१</sub> + क<sub>२</sub> + क<sub>३</sub> ]

इन सब अवयवों का लब्ध इनके जोड़के बराबर है क्योंकि यह सब एक ही दिशामें है। मान लो कि इनका जोड़ = ज<sub>१</sub>

य म दिशा में श का अवयव = श कोज्या ६०

$$= श \times 0 = 0$$

" " श<sub>१</sub> " = श<sub>१</sub> ज्या क<sub>१</sub>

" " श<sub>२</sub> " = श<sub>२</sub> ज्या [ क<sub>१</sub> + क<sub>२</sub> ]

" " श<sub>३</sub> " = श<sub>३</sub> ज्या [ क<sub>१</sub> + क<sub>२</sub> + क<sub>३</sub> ]

इन सब अवयवों का लब्ध इनके जोड़के बराबर है, क्योंकि सब एक ही दिशामें हैं। मान लो इनका जोड़ = ज<sub>२</sub>

ज<sub>१</sub> और ज<sub>२</sub> की दिशाओंके बीचमें, समकोण है। इसी कारण उनका लब्ध =  $\frac{j_1^2 + j_2^2}{2}$

और यही चारों शक्तियोंका लब्ध हुआ। मानलो श की दिशा और इस लब्ध की दिशा में क कोण है तो स्पर्श  $k = \frac{j_2}{j_1}$  शक्तियोंके लब्धका परिमाण और उसकी दिशा दोनों मालूम हो गयीं।

( २ )

विपरीत धर्माका नियम

हम पहले बतला चुके हैं कि दो चुम्बकीय सिरोंमें आकर्षण और निराकारण की शक्ति

$\frac{p p_1}{d^2}$  से सूचित होती है। [  $p$  और  $p_1$

दो सिरों की प्रबलताएँ हैं और  $d$  उनके बीचकी दूरी है ]। परन्तु हम यह भी बतला देना आवश्यक समझते हैं कि यह नियम तभी लागू है जब दोनों सिरें शून्य अथवा हवा या और ऐसे पदार्थोंमें रखे हों जो अचुम्बकीय हैं अर्थात् जो चुम्बकसे आकर्षित नहीं होते, जैसे सोना चांदी ताँबा इत्यादि। विसमथ एक मौलिक है जो चुम्बकके पास लाये जानेपर दूर हटता है। इस प्रकारके पदार्थोंको विचुम्बकीय कहते हैं। लोहेके अतिरिक्त कोबाल्ट, निकल, और कई मिश्रित, जो ह्यूसलर मिश्रितके नामसे विख्यात हैं चुम्बक द्वारा खेरी

जा सकते हैं। यदि दो सिरोंके बीच अचुम्बकीय पदार्थ न होकर कोई चुम्बकीय पदार्थ हो तो उनके बीचकी शक्ति इस सूत्रसे निकाली जाती है।

$$\text{शक्ति} = \frac{p p_1}{g d^2}$$

अर्थात् अ-चुम्बकीय पदार्थमें रखे होने पर जो सिरोंकी शक्ति होती है उसको चुम्बकीय पदार्थकी ग्रहण शक्ति 'ग' से भाग देते हैं। चुम्बकीय पदार्थमें ग्रहण शक्ति घनात्मक मानी जाती है और वि-चुम्बकीय पदार्थोंमें ऋणात्मक वास्तवमें पदार्थोंके दो ही भाग करने चाहिए। उस भागके पदार्थोंके को जिनमें 'ग' घनात्मक हो चुम्बकीय कहना चाहिए और दूसरों को जिनमें यह ऋणात्मक हो वि-चुम्बकीय। लोहेके सब रूपोंमें से स्याई चुम्बकीयके लिए वह रूप सबसे उत्तम है जिसके एक घन शतांश मीटरकी बाधा (Resistance) सबसे अधिक हो। पदार्थके एक शतांश मीटरकी बाधाको उसकी विशिष्ट बाधा कहते हैं। इसीलिए इस बात को यों भी कह सकते हैं कि वह लोहा स्थिर चुम्बकीयके लिए सबसे उत्तम है जिसकी विशिष्ट बाधा आगे से अधिक हो।

Printed by C Y Chintamani at the  
Leader Press Allahabad

शार्यभाषामें एक मात्र सचित्र मासिकपत्र ।

## विज्ञान

वार्षिक मूल्य ३) प्रति कापी ॥

जिस विज्ञानके बलसे ससारकी कायापलट-सी हो रही है, उसे ही सीधो सादी, भाषामें समझाना, सिखाना, इस पत्रका काम है ।

‘विज्ञान’ हिन्दी क्या, भारतीय सभी भाषाओंमें अपनी श्रेणीका पहला पत्र है । मगवाइये, पढिये, मित्रोंको दिखाइये, गृहदेवियो और बच्चेको पढाइये । विज्ञानका प्रचार हो, और भाषा और देशका उपकार हो ।

### विज्ञानकी पुरानी जिल्द

शीघ्र मगवाइये । सुश्रवसर न खोइये । इनके रखनेसे आपके पास वैज्ञानिकविश्वकोष सदा बना रहगा ।

भाग ३, ४ और ५-प्रत्येकका मूल्य १॥  
विज्ञानके ग्राहकोंसे केवल १॥  
फुटकर श्रद्ध =)

## विज्ञान परिपट्ट ग्रंथमाला-

विज्ञान प्रवेशिका (भाग १)-ले० रामदाम गौड़, एम ए.  
तथा सालिग्राम भार्गव, एम, एम सी, १)

विज्ञान प्रवेशिका (भाग २)-ले० महावीरप्रसाद,  
विशारद, बी एम सी, एल टी, ४)

सिफताहउल फनून-(विज्ञान प्रवेशिका भाग  
१ का उर्दू अनुवाद)-अनु० अघ्या० सय्यद  
मुहम्मद अली नामी, १)

ताप-ले० प्रेमचरलम जोषी, बी एस-सी १)

हरारत-( तापका उर्दू अनुवाद )-अनु० प्रो०  
मेहदी हुसैन नासिरी १)

## विज्ञान ग्रंथमाला

पशुपक्षियोंका शृङ्गार रहस्य-ले० सालिग्राम वर्मा १)

जीनत वहश घ तैर-(उपरोक्त पुस्तकका  
उर्दू अनुवाद) १)

केला-ले० प० गगाशकर पचोली १)

स्वर्णकारी- " " " १)

चुम्बक-ले० सालिग्राम भार्गव, एम एस-सी १)

गुरुदेवकी ससार यात्रा-ले० बसीश्वर सेन०, अनु०  
महावीरप्रसाद, बी एस सी, एल टी विशारद, १)

